

**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

_____ Анатолій ФОРСЮК
(підпис) (прізвище та ініціали)

«__» лютого 2024 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Ярослав СМІТЮХ
(підпис) (прізвище та ініціали)

«__» лютого 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Комп'ютерні системи та програмна інженерія в автоматизації»

на тему: Розробка системи автоматизації похилого дифузійного апарату

Виконав: здобувач 3 курсу, групи ЗАВ-3-1

Владислав ОСТАПЕНКО
(прізвище та ініціали)

Керівник

к.т.н. Олександр ЗІГУНОВ

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультанти

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент

Надія ЧЕРНЕЦЬКА

(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

Освітній ступінь бакалавр

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

Освітньо-професійна програма «Комп'ютерні системи та програмна інженерія в автоматизації»

ЗАТВЕРДЖУЮ: Завідувач
кафедри АКТСУ
Ярослав СМІТЮХ

«___» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Остапенка Владислава Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації похилого дифузійного апарату

керівник роботи к.т.н. Зігунов Олександр Михайлович,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «19» грудня 2023 р. № 1001-кв

2. Строк подання здобувачем роботи «15» лютого 2024 р.

3. Вихідні дані 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 необхідно розробити)

Вступ. 1. Опис об'єкта автоматизації. 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації. 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Система автоматизації. 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО). 2.2. Схема автоматизації. 2.3. Специфікація засобів автоматизації. 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення.

3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК). 3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру. 4. Креслення встановлення технічних засобів.

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 (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

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

3. Монтажне креслення та габаритні розміри витратоміра РЕМ-1000.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 25 грудня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач

_____ (підпис)

Владислав ОСТАПЕНКО

Керівник роботи

_____ (підпис)

Олександр ЗІГУНОВ

Анотація

Під час виконання кваліфікаційної роботи на тему "Розробка системи автоматизації похилого дифузійного апарату" розроблено автоматизовану систему для ефективного контролю та оптимізації роботи похилого дифузійного апарату в цукровому виробництві.

Проведено аналіз похилого дифузійного апарату як об'єкта автоматизації, визначено основні параметри та процеси, що підлягають автоматизації. Розглядається використання сучасних технологій та методів автоматизації, які можуть бути застосовані для підвищення ефективності та якості процесу екстрагування.

У роботі розглянуті питання вибору технічних засобів автоматизації, використання системи збору та аналізу даних, розробку програмного забезпечення для керування та моніторингу процесу.

Розроблена система базується на принципах програмованої логіки, де розроблені спеціальні програми визначають логіку роботи ПЛК з урахуванням конкретних вимог та завдань, пов'язаних із процесом екстракції в похилому дифузійному апараті. ПЛК VIPA 200V забезпечує стабільну та точну обробку сигналів від сенсорів, приймає рішення на основі програмно заданих правил та видає команди виконавчим механізмам для регулювання параметрів процесу.

Ключові слова: виробництво цукру, дифузійний апарат, VIPA 200, регулювання температури.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Annotation

During the performance of the qualification work on the topic "Development of the automation system of the inclined diffusion apparatus" an automated system was developed for effective control and optimization of the operation of the inclined diffusion apparatus in sugar production.

An analysis of the inclined diffusion apparatus as an object of automation was carried out, the main parameters and processes subject to automation were determined. The use of modern technologies and automation methods, which can be applied to increase the efficiency and quality of the extraction process, is considered.

The work deals with the selection of technical means of automation, the use of a data collection and analysis system, the development of software for managing and monitoring the process.

The developed system is based on the principles of programmable logic, where the developed special programs determine the logic of PLC operation taking into account specific requirements and tasks related to the extraction process in the inclined diffusion apparatus. The VIPA 200V PLC provides stable and accurate processing of signals from sensors, makes decisions based on programmed rules and issues commands to executive mechanisms to adjust process parameters.

Key words: sugar production, diffusion device, VIPA 200, temperature control.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

Зміст

Вступ	7
1. Опис об'єкта автоматизації	9
1.1 Технологічний опис об'єкта автоматизації	9
1.2 Розробка завдання на систему автоматизації	13
2. Система автоматизації	16
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО)	16
2.2. Схема автоматизації	23
2.3. Специфікація засобів автоматизації	26
3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення	27
3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)	27
3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК	32
3.3 Розширені схеми підключення для окремих контурів	34
4. Креслення встановлення технічних засобів	37
5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)	40
6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога	47
6.1 Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI	47
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора	49
7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання	53
7.1. Постановка задачі дослідження	53
7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі	53
7.3. Моделювання САР	55
7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків	57
Висновок	58
Список використаної літератури	59

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Цукробурякова промисловість в Україні є ключовою галуззю у харчовій промисловості та визначається як стратегічно важлива. Вона включає в себе різноманітні сегменти, такі як виробництво елітного та фабричного насіння цукрового буряку, насінневі заводи, цукрові заводи і сервісні підприємства, що надають послуги у даній галузі.

Великий агропромисловий комплекс цієї галузі виробляє різноманітні продукти, серед яких цукор в різних варіаціях і побічна продукція, така як меляса (патока) та жом. Одним із результатів діяльності цього комплексу є забезпечення ринку цукру та пов'язаних продуктів, що має важливе значення для економіки та харчової безпеки країни.

Одним з основних процесів цукрового виробництва є процес екстрагування цукру з бурякової стружки, який характеризується значними сировинними втратами, що становлять до 30-50% усіх втрат цукру при його виробництві. І саме з тих міркувань, що ця частина процесу є найвизначальнішою для подальших операцій, на ряду з багатьма іншими ділянками, було вибрано саме цю частину технологічного потоку цукрового виробництва в якості об'єкта досліджень.

Максимальний ефект введення системи автоматизації отримується при виконанні робіт в комплексі: технологічна схема, теплове господарство та автоматизація. Але зазвичай дані роботи ведуться окремо, в цьому можуть бути зацікавлені фірми, що виготовляють системи автоматизації, але не цукрові заводи.

Сучасна автоматизована система управління технологічним процесом (АСУТП) є багаторівневою людино-машинною системою керування.

Створення АСУ ТП складними технологічними об'єктами, до яких відноситься дифузійний апарат, здійснюється з використанням автоматичних інформаційних систем збору даних і обчислювальних комплексів, які постійно вдосконалюються внаслідок еволюції технічних засобів і програмного

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечення.

Впровадження системи автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу повинне забезпечити збільшення виходу цукру, зменшення витрат пари, зниження витрат цукру у жомі.

Пропонована система автоматизації базується на застосуванні мікропроцесорного контролера VIPA 200V та персонального комп'ютера.

Використання ПЛК VIPA 200V дасть змогу підвищити стабільність роботи дифузійного відділення, зменшити кількість передаварійних та аварійних ситуацій.

В проєктуємій системі автоматизації реалізовані складні контури регулювання, що дозволяє зменшити вплив людського фактору на протікання технологічного процесу та своєчасно попередити виробничі аварії та відхилення від норм параметрів.

Дана система автоматизації забезпечує:

- точне регулювання найважливіших технологічних параметрів технологічного процесу;
- контроль другорядних за важливістю технологічних параметрів;
- технологічну сигналізацію всіх технологічних параметрів та сигналізацію роботи приводів насосів;
- можливість дистанційного управління приводами насосів та дистанційної зміни, в ручному режимі, технологічних параметрів;
- запис історичних трендів про хід технологічного процесу (у вигляді графіків) в файл, що дає змогу в подальшому прослідкувати хід технологічного процесу в попередні періоди;
- збільшення загального виходу цукру до маси переробленого буряку;
- зниження витрати пари за рахунок додержання оптимального режиму роботи із збереженням основних технологічних параметрів в межах норми.

Таким чином, автоматизація сприяє інтенсифікації виробництва, дає суттєвий економічний ефект.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Опис об'єкта автоматизації

1.1 Технологічний опис об'єкта автоматизації

Аналізуючи схему виробництва цукру, неважко побачити, що основним відділенням, яке задає та визначає кількість перероблених цукрових буряків, і суттєво впливає на все виробництво, є дифузійне відділення. Ефективність роботи відділення залежить від характеристик обладнання та параметрів сполучених трубопроводів між цим обладнанням.

Виділення дифузійного соку з бурякової стружки – один із основних процесів цукрового виробництва, який значною мірою визначає якість та кількість виробленого цукру, та ефективність роботи заводу в цілому.

Основним агрегатом у дифузійному відділенні, що забезпечує виділення дифузійного соку, є дифузійний апарат (ДА). Ефективність роботи ДА визначається його продуктивністю, кількістю цукру в соку та втратами цукру в жому [1].

Відмиті буряки з мийного відділення гвинтовим конвеєром подаються в шахтний бурякоелеватор і підіймаються на висоту 22 м. Далі за допомогою контрольного стрічкового конвеєра буряки подаються в бункер над бурякорізками. Загальний об'єм бункера складає 196 м³, запас буряків на 70 хвилин роботи. Над контрольним стрічковим конвеєром встановлений електромагнітний сепаратор. В місці вивантаження буряків із стрічкового конвеєра в бункер встановлений вентилятор для віддуву легких домішок від буряків. З бункера буряк надходить до 4-х бурякорізок. В бурякорізках використовуються ножі типу 1011-В з кроком між вершинами ребер 8.25 мм. Для продування ножів використовується пара.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Остапенко			Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник.		Зігунов				9	7
Зав. каф.		Смітюх			НУХТ ЗАВ-3-1		
Секретар ЕК		Крупська					

Бурякова стружка стрічковим конвеєром загальною довжиною 60 м і шириною 1000 мм подається в шахту дифузійного апарату типу А1-ПД2-С30. Дифузійний апарат обігривається: перша камера - соковою парою 2 корпусу випарної станції, всі наступні - соковою парою 3 корпусу випарної станції, в період пуску – ретурною парою. Конденсат відводиться в збірник конденсату. Для висолоджування бурякової стружки в дифузійному апараті використовується нагріта до 65 - 68 °С сульфитована барометрична вода. Сік після дифузійного апарату насосами подається на пульпоуловлювач. Після відокремлення пульпи дифузійний сік самопливом надходить до збірника дифузійного соку, звідки насосами через індукційний витратомір подається на прогресивний переддефектор вертикального типу, а пульпа скидається в першу камеру дифузійного апарату. Жом після дифузійного апарату вивантажується в жомозмішувач, де змішується із зворотною жомовою водою. Жомоводяна суміш насосами подається на жомовіджимні преси. Жомопресова вода самопливом подається в збірник і далі насосами вертається в жомозмішувач. Віджатий в жомових пресах жом шнеком подається на стрічковий конвеєр галереї жомовидалення, за допомогою якого транспортується в жомосховище.

Для дифузійного процесу на цукровому заводі використовується сульфитована барометрична вода.

Барометрична вода з температурою 40 - 45 °С зі збірника гідрозатвору метричних конденсаторів насосами подається на пароконтактний підігрівач, де підігривається до температури 65 - 68°С. В нижню частину контактного підігрівача підведена сокова пара 3, 4 корпусу випарної станції і ретур. Кількість подавання пари регулюється регулюючими органами в залежності від заданої температури. Підігріта вода самопливом подається в збірник живильної води, звідки насосом подається на сульфитатор. Після сульфитатора вода самопливом направляється в збірник води після сульфитації, з якого сульфитована вода насосами подається на живлення дифузійного апарату.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Бурякова стружка після бурякорізок стрічковим конвеєром подається в завантажувальну шахту дифузійного апарату. Дифузійний сік в кількості 120% відбирається насосами із нижньої головної частини апарату і через пульпоуловлювач та збірник дифузійного соку подається на переддефекатор. Висолоджена стружка (жом) черпальним колесом направляється в жомову мішалку, куди для полегшення його транспортування по жомопроводу підведено жомозворотню та технічну воду. З жомової мішалки жом насосами подається на жомовіджимні преси. Жомопресова вода самопливом поступає в збірник і далі насосами вертається в жомову мішалку. Віджатий в жомових пресах жом шнеком подається на стрічковий конвеєр жомовидалення, за допомогою якого транспортується в жомосховище.

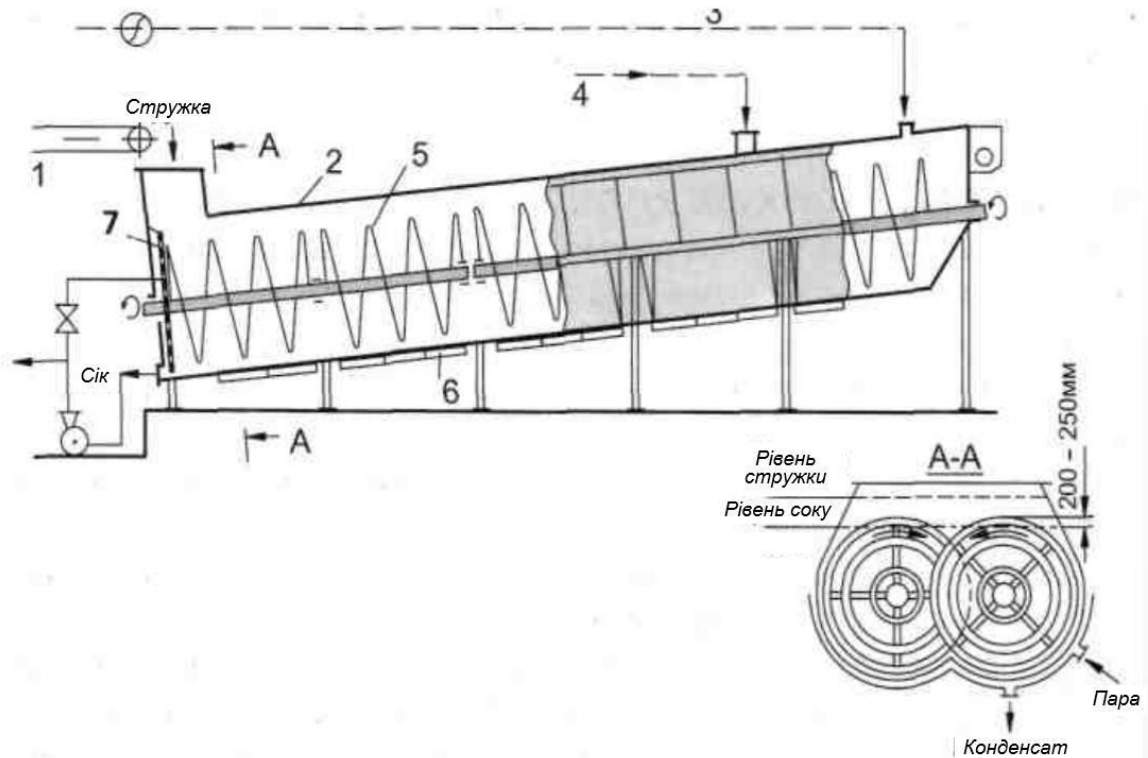
Екстрагування цукристих речовин із бурякової сировини складається з чотирьох етапів:

- проникнення екстрагента в пори бурякової стружки;
- розчинення цукристих речовин;
- перенос цукристих речовин із глибини частки до поверхні бурякової стружки (молекулярна дифузія);
- перенос цукристих речовин від поверхні бурякової стружки в глибину екстрагенту (конвективна дифузія).

Похилий дифузійний апарат являє собою коритоподібний корпус, що охоплює транспортуючі стружку шнеки, які приводяться в рух керованим електроприводом постійного струму, що дозволяє використати їх як стабілізуючий фактор для забезпечення оптимального виробничого потоку заводу (малюнок 1.1). На корпусі змонтовані жомовідвантажуючий пристрій, приводи транспортуючих шнеків і жомовідвантажуючого пристрою, системи підігріву і комунікації. Корпус апарата нахилений до горизонту під кутом 8-11°, розміри апарата залежать від розрахункової продуктивності: довжина від 22 до 35 м, ширина від 5 до 8 м, висота від 7 до 10 м. В бурякопереробному відділенні крім дифузійного апарату розміщене різноманітне допоміжне обладнання: апарати для

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підготовки і подачі води, бурякорізки, підігрівачі, збірник дифузійного соку, транспортери і т. д. Дифузійні апарати є основним обладнанням, яке визначає роботу всього бурякопереробного відділення цукрового заводу.



Малюнок 1.1 – Схема похилого шнекового дифузійного апарату

1 - стружка; 2 - корпус дифузійного апарату; 3 - живильна вода; 4 - жомопресова вода; 5 - шнеки; 6 - парова камера; 7 - лобове сито

В дифузійних апаратах безперервної дії бурякова стружка і дифузійний сік рухаються протиточно. В такій системі в кожному довільному перерізі апарата, як в рідкій, так і в твердій фазах встановлюється постійна концентрація речовин, що екстрагуються, тобто в кожному перерізі апарата процес може вважатися стаціонарним. В середині самої стружки склад цукру змінюється в залежності від часу пересування вздовж ПДА, тож до характеристик процесу в цілому можна долучити і нестационарність і розподіленість параметрів у просторі [1].

Технологічний процес в дифузійному апараті протікає таким чином: цукровий буряк подрібнюється в бурякорізці, спіралі Архімеда якої обертаються

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

за допомогою двигуна постійного струму і переміщує буряк відносно ножів, при цьому витрата стружки є функцією швидкості обертання спіралі і заповнення бурякорізки буряком.

Далі стружка у вигляді безперервного потоку транспортується стрічковим транспортером. Витрата стружки вимірюється ваговим дозатором, платформа якого переміщується на величину пропорційну вазі стружки, яка знаходиться на ній. Сенсор дозатора здійснює дистанційну передачу показів витрат стружки. З дозатора стружка потрапляє в дифузійний апарат, де переміщується двома шнеками. Шнеки приводяться в рух двигунами постійного струму. Корпус апарата підігрівається за допомогою парових камер, в які подають пару. Проходячи через апарат, наповнений підігрітою водою, стружка віддає майже весь цукор воді, яка перетворюється в дифузійний сік. Жом видаляється з апарата жомовим колесом, яке приводиться в рух двигуном змінного струму.

Режим роботи нахиленого шнекового дифузійного апарату:

- довжина 100 г стружки 9 - 12 м
- відкачка соку, % до маси буряку 120 %
- тривалість активної дифузії 70-75 хв
- питоме навантаження робочого об'єму апарата стружкою 0.6 т/ м³

1.2 Розробка завдання на систему автоматизації

Завданням на розробку на системи автоматизації є: перелік технологічних параметрів, що підлягають автоматизації; вид автоматизації та характер контролю та управління; допустимі значення параметрів. Дані представлені у вигляді таблиці (таблиця 1.1).

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 - Завдання на розробку системи автоматизації

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Допустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління
1	Дифузійний апарат	Температура, II зона	68 °С	Контроль	Відображення, реєстрація, сигналізація
				Регулювання	Стабілізація, дистанційне керування
2	Дифузійний апарат	Температура, III зона	70 °С	Контроль	Відображення, реєстрація, сигналізація
				Регулювання	Стабілізація, дистанційне керування
3	Дифузійний апарат	Температура, IV зона	72 °С	Контроль	Відображення, реєстрація, сигналізація
				Регулювання	Стабілізація, дистанційне керування
4	Дифузійний апарат	Температура, V зона	68 °С	Контроль	Відображення, реєстрація, сигналізація
				Регулювання	Стабілізація, дистанційне керування
5	Дифузійний апарат	Рівень, I зона	2.1 м	Контроль	Відображення, реєстрація
6		Рівень, II зона	2.3 м	Контроль	Відображення, реєстрація
7		Рівень, III зона	2.3 м	Контроль	Відображення, реєстрація, сигналізація
				Регулювання	Стабілізація, дистанційне керування

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Арк.

14

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Допустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління
8		Рівень, IV зона	2.3 м	Контроль	Відображення, реєстрація
9		Рівень, V зона	2.3 м	Контроль	Відображення, реєстрація
10		Маса, транспортер стружки	115 т/год	Контроль	Відображення, реєстрація
11		Витрата, трубопровід живильної води	100 м ³ /год	Контроль	Відображення, реєстрація
				Регулювання	Співвідношення, дистанційне керування
12		Витрата, трубопровід дифузійного соку	110 м ³ /год	Контроль	Відображення, реєстрація
13	Дифузійний апарат	рН, трубопровід живильної води	6 - 6.5 рН	Контроль	Відображення, реєстрація
				Регулювання	Стабілізація, дистанційне керування
14		Вміст СР, трубопровід дифузійного соку	16 - 17%	Контроль	Відображення, реєстрація
15		Приводи шнеків		Контроль	Сигналізація
				Керування	Керування швидкістю, дистанційне керування
16		Насос дифузійного соку		Контроль	Сигналізація
	Керування			Керування швидкістю, дистанційне керування	

2 Система автоматизації

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

Для вимірювання температури використовуються перетворювачі температури типу СTR-4 (малюнок 2.1) [2].



Малюнок 2.1 - Перетворювач температури СTR-4

Рівень вимірюється перетворювачем тиску РС-28-РZ з мембранним роздільником типу S-Р (малюнок 2.2).

Вимірювання рівня за допомогою зонда здійснюється за допомогою використання прямої залежності між висотою стовба рідини і гідростатичним тиском. Вимірювання тиску здійснюється на рівні роздільної мембрани.

Електронний підсилювач, який стандартизує сигнал знаходиться під дзеркалом засобу вимірювання в корпусі зі ступенем захисту IP 54 або IP 67 залежно від використовуваного електричного з'єднання. Електричні дроти що з'єднують підсилювач з датчиком знаходяться в трубі $\text{Ø}17.2 \times 1.6$, яка є

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Остапенко			Розробка системи автоматизації похилого дифузійного апарату	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник.		Зігунов					16	11
Зав.каф.		Смітюх			НУХТ ЗАВ-3-1			
Секретар ЕК		Крупська						

конструкційним елементом зонда [3].



Малюнок 2.2 - Перетворювач тиску PC-28-PZ з мембранним роздільником типу S-P

Електромагнітний витратомір PEM-1000 (малюнок 2.3) призначений для вимірювання об'ємної витрати електропровідних рідин. Витратомір може вимірювати витрату і об'єм рідини, що пройшла через нього, як в прямому, так і в зворотньому напрямку. Для отримання більш точних результатів вимірювань потрібно, щоб вимірюване середовище повністю заповнювало трубу. Витратомір не містить виступаючих внутрішніх елементів, завдяки цьому гідравлічні втрати на приладі мінімальні. Витратомір може застосовуватися для вимірювання витрати в'язких рідин, емульсій, різних хімічних розчинів, в тому числі агресивних і т.п. [4].



Малюнок 2.3 - Електромагнітний витратомір PEM-1000

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Ваги конвеєрні автоматичні СВЕДА ВК (малюнок 2.4) призначені для безперервного вимірювання маси сипучих і кускових матеріалів, що транспортують стрічковими конвеєрами і індикації на цифровому табло поточної продуктивності конвеєра і значення маси зважуваних сипучих і кускових матеріалів наростаючим підсумком при комерційних, облікових і технологічних операціях [5].



Малюнок 2.4 - Стрічкові ваги ВК-201

Величина рН вимірюється комплектом вимірювального перетворювача liquisys CPM 253, який складається з електродної системи CLS 21 та перетворювача [6] (малюнок 2.5).



Малюнок 2.5 – Комплект вимірювального перетворювача liquisys CPM 221

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Промисловий рефрактометр CM-800 α - це остання розробка в серії CM. Удосконалена версія знятого з виробництва CM-780N зі збільшеною точністю у ширшому діапазоні Brix. Як і решта промислових рефрактометрів, даний прилад призначений для вимірювання концентрації речовин промисловим способом, тобто у виробництві, безпосередньо в технологічному потоці. Як правило, такі прилади ставляться на трубу або монтуються в стінку апарату. Прилад відображає дані на екрані за шкалою %Brix [7].



Малюнок 2.6 – Рефрактометр CM-800 α

Електропневматичний позиціонер TROVIS 3730-1 призначений для встановлення на регулюючі пневматичні клапани з метою координації положення клапана (регульований параметр x) з величиною керуючого сигналу (задане значення w) [8].

Керуючий сигнал, що надходить із системи управління, порівнюється з величиною ходу/кутом відкриття регулюючого клапана, виробляючи при цьому керуючий тиск для пневматичного приводу.

Основні елементи позиціонера: безконтактний шляховий датчик, пневматичне та електронне обладнання з мікроконтролером. Положення клапана передається або у вигляді кута повороту або у вигляді ходу на важіль, звідти на датчик ходу та на мікроконтролер. Алгоритм ПІД у мікроконтролері порівнює

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

положення клапана, виміряне датчиком переміщення, керуючим сигналом постійного струму 4–20 мА, який видається системою управління після зміни А/Д перетворювачем.

У разі відхилення заданого значення активація і/р модуля змінюється таким чином, що на приводі регулюючого клапана створюється відповідний тиск або вентиляція над вихідним підсилювачем. Внаслідок цього запірний елемент клапана (наприклад, плунжер) переміщується у становище, визначене заданим значенням.

Позиціонер керується обертово-натискною кнопкою для навігації по меню на дисплеї.



Малюнок 2.7 - Електропневматичний позиціонер TROVIS 3730-1

Регулюючі клапани Samson з пневматичним приводом складаються з клапана та приводу. Корпус клапана може виготовлятися із чавуну, кованої сталі або корозійностійкої кованої сталі, а також зі спеціальних матеріалів. При необхідності можуть оснащуватися, на вибір, електричними, пневматичними, ручними або електрогідравлічними приводами [9].

Для керування цим обладнанням та сигналізації ходу на клапани встановлюються позиціонери, кінцеві вимикачі та соленоїдні клапани з приєднанням DIN 60534-6.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20



Малюнок 2.8 - Виконавчий механізм Samson

Частотний перетворювач LENZE 8200 vector (малюнок 2.9) призначений для управління асинхронними двигунами, які приводять в рух насоси, вентилятори, мішалки, технологічні лінії, конвеєри та інше [10].

Принцип роботи: векторна або вольт-частотна зміна частоти і струму приводить до зміни обертів вала двигуна.

А також забезпечують повний захист двигуна від перевантаження по струму, перегрів пропадання та перекося фаз мережі та інші характеристики.



Малюнок 2.9 - Частотний перетворювач LENZE 8200 vector

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Блок ручного управління БРУ-17 (малюнок 2.10) призначений для використання в локальних і комплексних системах промислової автоматизації виробничих процесів в якості станції ручного управління аналоговими виконавчими механізмами або ручного задатчика аналогових сигналів з індикацією [11].

Блок БРУ-17 призначений для перемикання ланцюгів управління виконавчими пристроями і механізмами, індикації режимів робіт, вимірювання та індикації одного технологічного параметра.



Малюнок 2.10 - Блок ручного управління БРУ-17

System 200V є модульним ПЛК, призначений для реалізації централізованих і розподілених систем управління. Програмується за допомогою WinPLC та/або STEP7 компанії Siemens. Компактна конструкція та підтримка системи команд Simatic S7-300 забезпечують високу ефективність застосування пристроїв цієї серії. Наявність у складі серії різних інтерфейсних та комунікаційних модулів дозволяє використовувати контролери у розподілених системах управління з комплексною мережевою структурою.

Широкий набір модулів розширення забезпечує рішення за допомогою обладнання System 200V практично будь-яких завдань автоматичного керування малого та середнього рівня складності [12].

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

2.2 Схема автоматизації

Для ефективної роботи похилого дифапарату необхідно реалізувати наступні контури:

- контроль і регулювання температури по зонах дифузійного апарату;
- контроль і стабілізація рівня по зонах дифузійного апарату;
- керування приводами шнеків дифузійного апарату;
- керування відкачкою дифузійного соку з апарату;
- регулювання співвідношення стружка - вода;
- контроль вмісту сухих речовин в дифузійному соку;
- контроль витрати дифузійного соку;
- контроль і регулювання величини рН живильної води.

Контроль і регулювання температури по зонам дифапарату здійснюється наступним чином. В зонах дифапарату встановлені перетворювачі температури типу СTR-4 (поз. 1а - 4а). З перетворювачів уніфікований струмовий сигнал надходить на блоки ручного управління БРУ-17 (поз. 1б – 4б), де відображається значення температури. З аналогових виходів БРУ-17 сигнал ретранслюється на аналогові входи модуля розширення ПЛК VIPA system 200V. Контролер обробляє сигнали, передає дані про стан температури по зонам на ЕОМ і у відповідності до встановленого завдання формує керуючі сигнали 4-20 мА, через БРУ-17, на електропневматичні позиціонери TROVIS 3730-1 (поз. 1в – 4в), які перетворюють струмові сигнали в пневматичні 20-100 кПа. Потім керуючі сигнали передаються на виконавчі механізми Samson (поз. 1г – 4г), які за допомогою заслінок регулюють подачу гріючої пари в зони дифапарату і таким чином змінюють температуру в зонах дифапарату.

Потрібний рівень сокостружкової суміші по довжині дифузійного апарату підтримують підбиранням частоти обертання нижніх і верхніх шнеків відповідно заданої продуктивності і якості бурякової стружки. Контроль рівня сокостружкової суміші по зонах дифузійного апарату здійснюється за допомогою

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перетворювачів тиску PC-28-PZ з мембранними роздільниками типу S-P (поз. 5а, 5б, 5в, 5г, 5д) з яких уніфікований сигнал 4 – 20 мА подається до ПЛК VIRA system 200V та ЕОМ. Згідно програми на модуль аналогових вихідних сигналів подається керуючі сигнали 4 - 20 мА, що поступають на входи перетворювачів частоти LENZE 8200 vector (поз. 5е, 5є), що керують приводами верхніх і нижніх шнеків і на вхід перетворювача частоти LENZE 8200 vector (5ж), що керує приводом насосу дифузійного соку. Також передбачено передачу інформації в схему управління бурякорізками.

Витрата стружки вимірюється автоматично на стрічкових вагах ВК-230, які складаються з первинного перетворювача (поз. 6а) та вагового процесора ПВ-310 (поз. 6б), які встановлені за місцем. Уніфікований струмовий сигнал з вагового процесора подається до ПЛК, де обробляється і передається до ЕОМ. Витрата води вимірюється електромагнітним витратоміром РЕМ-1000 (поз. 6в). Витрата відображається на індикаторі блоку ручного управління БРУ-17 (поз. 6г). З БРУ-17 сигнал, пропорційний витраті, подається до аналогового модуля вхідних сигналів ПЛК. В ПЛК, згідно програми користувача, відпрацьовується алгоритм регулювання співвідношення і формується керуючий сигнал до модуля аналогових виходів. З модуля аналогових виходів сигнал поступає на БРУ-17 і з нього на електропневматичний позиціонер TROVIS 3730-1 (поз. 6д). З перетворювача пневматичний сигнал поступає на виконавчий механізм Samson з пневмоприводом (поз. 6е), що регулює кількість води, яка подається в дифузійний апарат і таким чином забезпечується завдане співвідношення стружка – вода.

Витрата дифузійного соку з апарату вимірюється електромагнітним витратоміром РЕМ-1000 (поз. 7а). Сигнал, пропорційний витраті, подається до аналогового модуля вхідних сигналів ПЛК та ЕОМ.

Величина рН живильної води вимірюється рН-метром Liquisys M CPM 253 (поз. 8а), що працює в комплекті з електродною системою рН – метра CLS 21 (поз. 8б). рН-метр, встановлений за місцем, має дисплей. З перетворювача уніфікований струмовий сигнал надходить на блок ручного управління БРУ-17

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(поз. 8в), де відображається величина рН. З аналогового вихода БРУ-17 сигнал ретранслюється на аналоговий вхід модуля розширення ПЛК VIPA system 200V. Контролер обробляє сигнал, передає дані на ЕОМ і у відповідності до встановленого завдання формує керуючий сигнал 4-20 мА, через БРУ-17, на електропневматичний позиціонер TROVIS 3730-1 (поз. 8г), який перетворює струмовий сигнал в пневматичний 20-100 кПа. Потім керуючий сигнал передається на виконавчий механізм Samson (поз. 8д), що за допомогою заслінки регулює, подачу сульфатованої води в збірник перед дифузійним апаратом.

Контроль вмісту сухих речовин реалізовано на базі автоматичного рефрактометра СМ-800 α (поз. 9а, 9б), сигнал з якого (4 – 20 мА) передається до ПЛК та ЕОМ.

Схемою автоматизації передбачено сигналізацію технологічних параметрів та реалізацію графічного інтерфейсу системи на ЕОМ.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

2.3 Специфікація засобів автоматизації

Таблиця 2.1 – Специфікація обладнання

Позн.	Найменування	К-ть
	<u>Прилади за місцем</u>	
1а – 4а	Перетворювач температури типу СTR-4	4
5а – 5д	Перетворювач тиску РС-28-РZ з мембранним роздільником типу S-P	5
6а	Багатороликові конвеєрні ваги ВК-230	1
6б	Процесор ваговий ПВ-310	1
6в, 7а	Електромагнітний витратомір РЕМ-1000	2
8а	Електродна система рН – метра CLS 21	1
8б	Перетворювач Liquisys M СРМ 253	1
9а, 9б	Промисловий рефрактометр СМ-800 α	1
1в - 4в, 6д, 8г	Електропневматичний позиціонер TROVIS 3730-1	6
1г - 4г, 6е, 8д	Регулюючий клапан Samson з пневматичним приводом	6
5е – 5ж	Перетворювач частоти LENZE 9300 vector -75	3
	<u>Прилади на щиті</u>	
1б - 4б, 6г, 8в	Блок ручного управління БРУ-17	6
	ПЛК VIPA system 200V	1

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

3.1 Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)

Замовна специфікація є основним документом при замовленні ПЛК. В специфікації вказується модель, кількість модулів та їх опис.

Для реалізації функцій регулювання і контролю в представленій схемі автоматизації передбачено 14 АІ (аналогових входів), 9 АО (аналогових виходів) та 9 ДО (дискретних виходів).

В таблиці 3.1 наведені необхідні модулі VIPA System 200V та їх кількість.

Таблиця 3.1 - Замовна специфікація

№ п/п	Найменування	К-ть
CPU 214 (214-1BA03)	Процесорний модуль	1
PS207/2	Модуль живлення АС 220 В, DC 24 В	1
SM 231 – 1BF00	Модуль аналогових входів АІ 4	4
SM 232 – 1BD40	Модуль аналогових виходів АО 4	3
SM 222 – 1BH30	Модуль дискретних виходів ДО 16	1
VIPA 290-0AA40	Об'єднувальна плата на три модулі	3
VIPA 950-0KB00	Кабель зв'язку "Green Cable"	1

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
					<i>Розробка системи автоматизації похилого дифузійного апарату</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Остапенко					27	10
Керівник		Зігунов				НУХТ ЗАВ-3-1		
Зав. каф.		Смітюх						
Секретар ЕК		Крупська						

System 200V - модульний ПЛК, призначений для реалізації централізованих і розподілених систем керування. Програмується за допомогою WinPLC та/або STEP7 компанії Siemens. Компактна конструкція та підтримка системи команд Simatic S7-300 забезпечують високу ефективність застосування пристроїв цієї серії. Наявність у складі серії різних інтерфейсних та комунікаційних модулів дозволяє використовувати контролери у розподілених системах керування з комплексною мережевою структурою.

Широкий набір модулів розширення забезпечує вирішення за допомогою обладнання System 200V практично будь-яких завдань автоматичного керування малого та середнього рівня складності.

Особливості VIPA 200V [12].

Інноваційна концепція зберігання даних:

- вбудована робоча пам'ять;
- вбудована завантажувальна пам'ять для тривалого зберігання програм та даних – робота без додаткової картки пам'яті;
- вбудована ОЗУ з резервним живленням від акумулятора;
- підтримка стандартних карт ММС для зберігання програм та даних.

Розширені комунікаційні можливості та підтримка сучасних протоколів:

- вбудований порт MPI;
- вбудований порт Ethernet з підтримкою протоколів ISO on TCP, TCP/IP, UDP, RFC1006 та Modbus TCP;
- підтримка промислових мереж PROFIBUS DP, CANopen, DeviceNet, INTERBUS, Modbus TCP;

Висока гнучкість у використанні та застосуванні:

- можливість застосування у складі централізованих та розподілених систем керування;
- модульна конструкція;
- невелика кількість каналів у сигнальних модулях;

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

- можливість підключення до ЦПП до 32 модулів розширення в один ряд.

Зовнішній вигляд процесорного модуля CPU 214 (214-1BA03) зображено на рисунку 3.1.

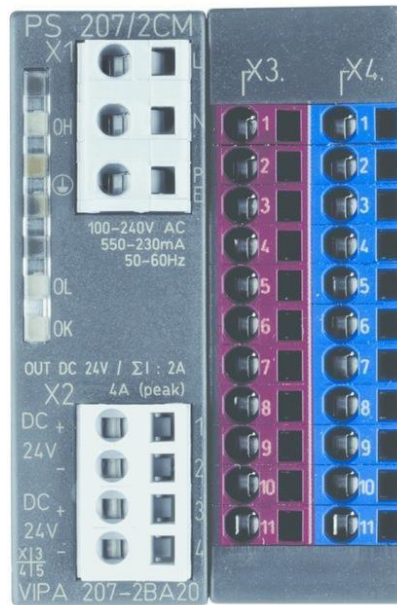
Блок живлення PS207 (малюнок 3.2) призначений для перетворення вхідної напруги 100...220В в вихідну напругу DC 24V 2.5A (60W) / 6A (150W). Блок живлення розрахований на великий діапазон вхідної напруги [13].

Модуль легко інтегрується в систему S7-300 від Siemens. Встановлюється блок живлення на профільну рейку для Siemens або VIPA модулів.

У модулі дуже гарний захист від короткого замикання, перевантаження, не замкнутого ланцюга.



Малюнок 3.1 - Процесорний модуль CPU 214 (214-1BA03)



Малюнок 3.2 - Блок живлення PS207

Модулі вводу-виводу.

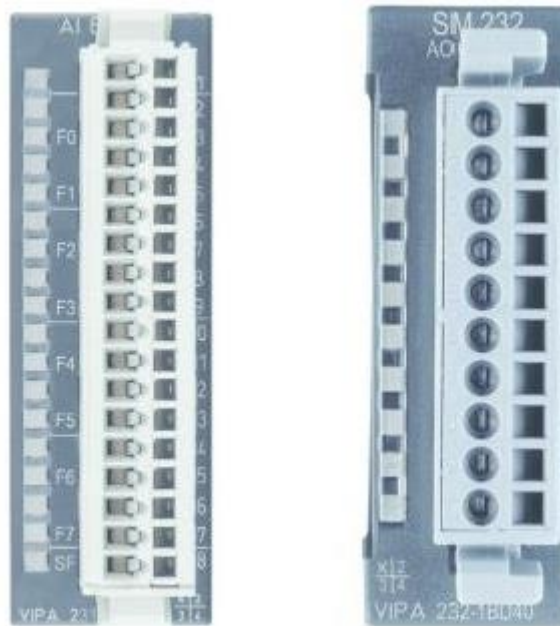
Серед переваг модулів дискретного вводу й виводу VIPA System 300V варто назвати те, що всі вони забезпечують гальванічну ізоляцію до 500 В між вхідними сигналами й внутрішньою шиною контролера, а також оснащені світлодіодними індикаторами стану входів. Крім того, навантажувальна здатність дискретних виходів більшості модулів вище, ніж в аналогічних модулях інших фірм, наприклад Siemens [14, 15].

Більшість модулів аналогового вводу мають великі можливості налаштування й конфігурування, дозволяючи підключати різноманітні датчики й інші джерела сигналів.

У модулях аналогового вводу й виводу серії System 200V, як і у всіх інших модулях цієї серії, передбачена гальванічна ізоляція від локальної шини міцністю до 500 В. Крім того, всі вони мають діагностичні функції й світлодіодною індикацією обриву.

Модуль аналогових входів SM 231 – 1BF00 (малюнок 3.3) та модуль аналогових виходів SM 232 – 1BD40 (малюнок 3.4).

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Малюнок 3.3 - Модулі аналогових входів SM 231 – 1BF00 та виходів SM 232 – 1BD40

Модуль дискретних виходів SM 222 – 1BH30 (малюнок 3.4).



Малюнок 3.4 - Модуль дискретних виходів SM 222 – 1BH30

Кабель зв'язку "Green Cable" VIPA 950-0KB00 (малюнок 3.5).



Малюнок 3.5 - Кабель зв'язку

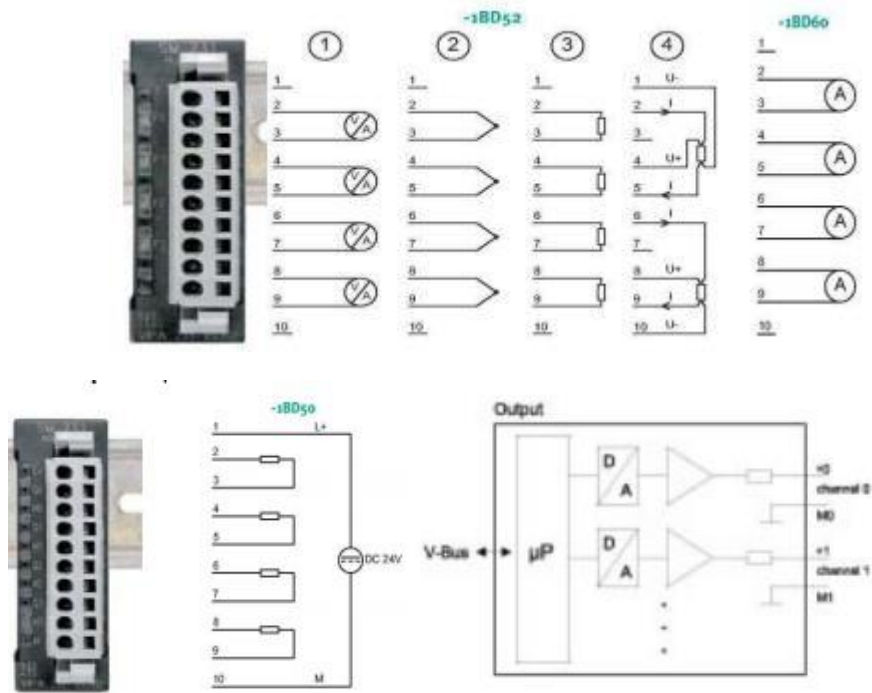
3.2 Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

Принципову схему регулювання та управління зображено в графічній частині кваліфікаційної роботи. Всі вхідні сигнали від датчиків поступають на вхідні АЦП (модулі аналогових та дискретних входів) після чого програмно обробляються і поступають на вихідні ЦАП (модулі аналогових та дискретних виходів) і виконавчі механізми.

До вхідних АЦП в даному випадку відносяться модуль аналогових входів SM 231 – 1BF00 – 4 шт. (по 4 входів в кожному модулі), який призначений для перетворення уніфікованого сигналу 4-20 мА в цифровий сигнал -10000 – + 10000 одиниць контролера.

Вихідні ЦАП – модуль аналогових виходів SM 232 – 1BD40 - (по 4 виходи), який призначений для перетворення цифрового сигналу -10000 – +10000 одиниць контролера в уніфікований сигнал 4 -20 мА.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



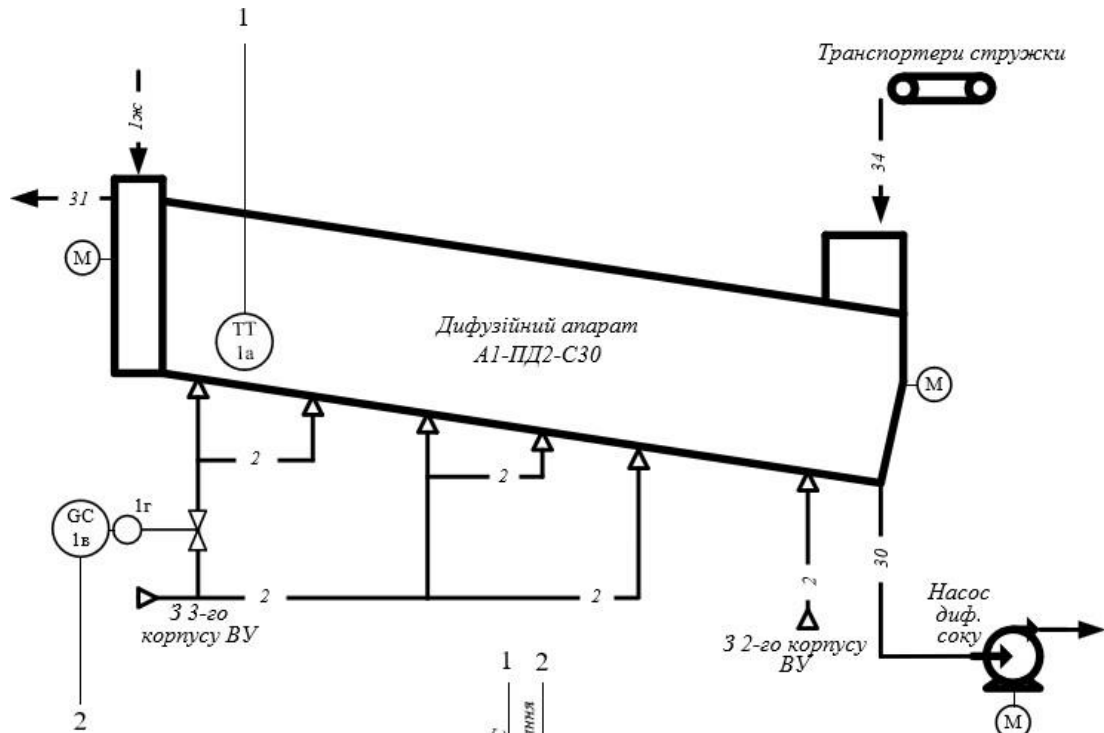
Малюнок 3.6 – Зовнішній вигляд схеми підключення модулів VIPA

В графічній частині наведені схеми підключення датчиків, перетворювачів та керуючих пристроїв до ПЛК.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

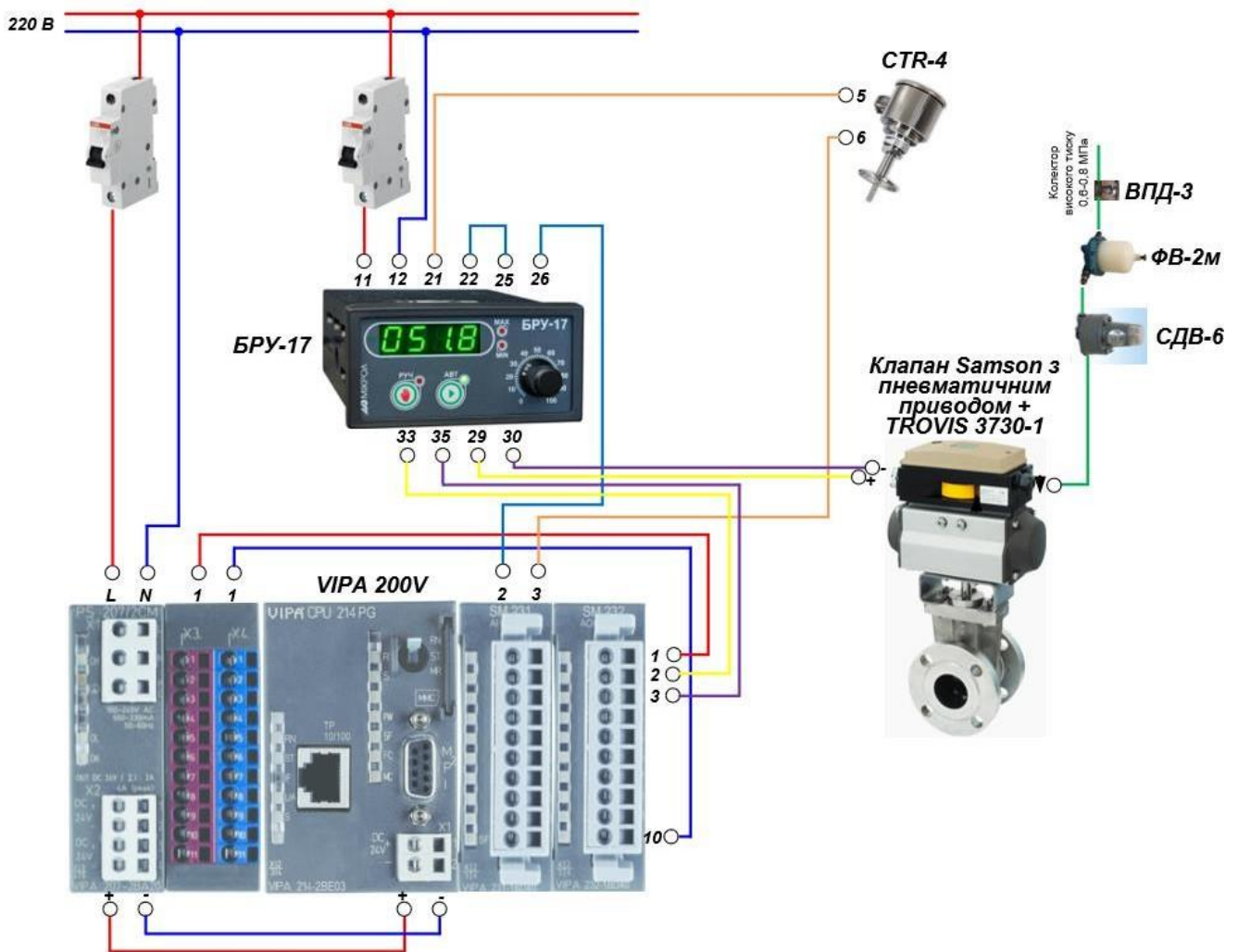
3.3 Розширені схеми підключення для окремого контуру

Контур контролю та регулювання температури в I зоні дифузійного апарату.



Прилади за місцем		1	2
Прилади на щиті		НІС 16	
ПЛК VIPA 200V	Y	•	•
	C	•	•
	A	•	•
	B	•	•
ЕОМ	I	•	•
	R	•	•
	K	•	•
	A	•	•

Графічне зображення технічних засобів автоматизації



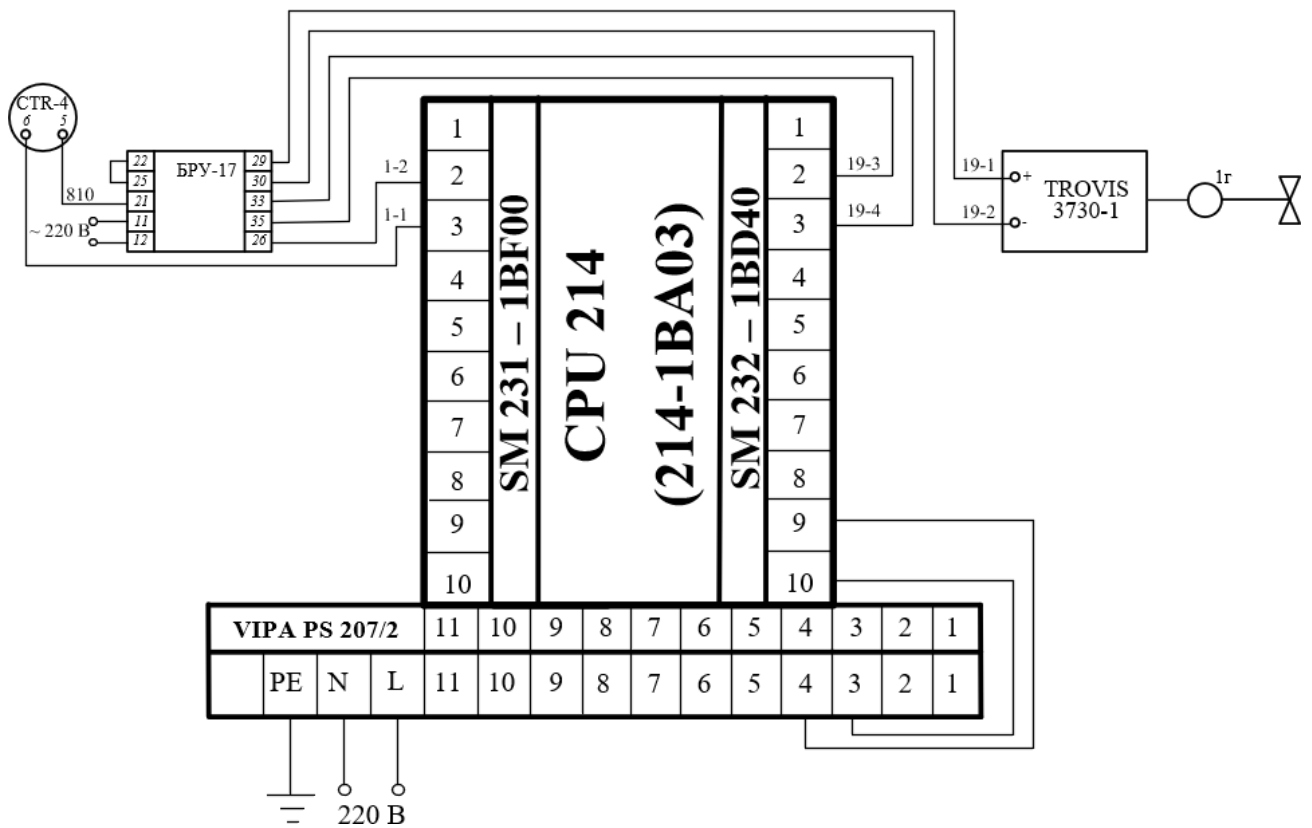
Опис схеми підключення.

В зоні дифапарату встановлено перетворювач температури типу CTR-4 (поз. 1а). З перетворювачів уніфікований струмовий сигнал надходить на блоки ручного управління БРУ-17 (поз. 1б), де відображається значення температури. З аналогових виходів БРУ-17 сигнал ретранслюється на аналогові входи модуля розширення ПЛК VIPA system 200V. Контролер обробляє сигнали, передає дані про стан температури по зонам на ЕОМ і у відповідності до встановленого завдання формує керуючі сигнали 4-20 мА, через БРУ-17, на електропневматичні позиціонери TROVIS 3730-1 (поз. 1в), які перетворюють струмові сигнали в

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк. 35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

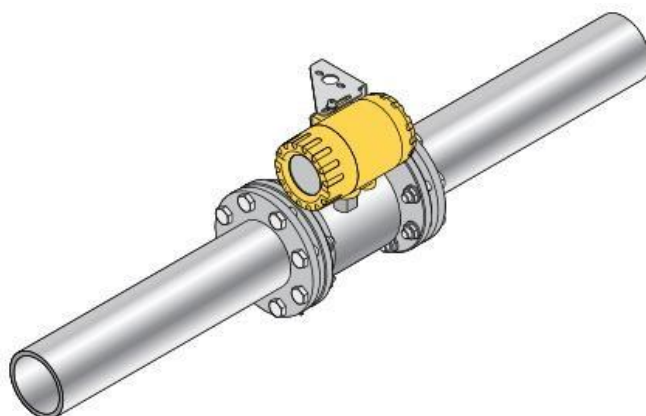
пневматичні 20-100 кПа. Потім керуючі сигнали передаються на виконавчі механізми Samson (поз. 1г), які за допомогою заслінок регулюють подачу гріючої пари в зони дифапарату і таким чином змінюють температуру в зонах дифапарату.

Принципова схема підключення технічних засобів автоматизації



4 Креслення встановлення технічного засобу

Корпус електромагнітного витратоміру РЕМ-1000 виконаний з немагнітного матеріалу, і має фланці для кріплення перетворювача в трубопроводі. Ізоляційний вкладиш, необхідних властивостей (відповідно до типу середовища), встановлений всередині корпусу. Котушки для створення необхідного магнітного поля встановлюються безпосередньо на вимірювальній трубці. Пара протилежно розташованих електродів виготовлена з нержавіючої сталі або інших матеріалів, обраних відповідно до хімічних властивостей вимірюваної середовища. Електрична схема поміщена в сталевий корпус (зварений) і має вивід електричного кабелю. В компактному виконанні індикатор розміщений в алюмінієвому корпусі безпосередньо на перетворювачі [4].



Малюнок 4.1 – Монтаж витратоміру РЕМ-1000

Налаштування витратоміра здійснюється за допомогою трьох кнопок і дисплея, що знаходяться під гвинтовою кришкою зі склом, або по зв'язку RS485 і протоколу Modbus RTU.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
					<i>Розробка системи автоматизації похилого дифузійного апарату</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Остапенко					37	2
Керівник		Зігунов				НУХТ ЗАВ-3-1		
Зав. каф.		Смітюх						
Секретар ЕК		Крупська						

Приклади параметрів функцій:

- виявлення порожньої труби;
- роздільний або сумарний розрахунок загальної витрати в обох напрямках (лічильник);
- виявлення низької витрати;
- дозування;
- сигналізація;
- архівування результатів вимірювань і подій.

Монтаж та налагодження конвеєрних ваг ВК-230.

Стрічкові ваги відносяться до виробів, остаточне складання, налагодження, випробування і доведення яких може бути проведена тільки на місці експлуатації в складі конкретного виробничого об'єкту. Тому, від вірного монтажу конвеєрних ваг багато в чому залежить і їх похибка.

Для забезпечення регламентованої похибки і надійної роботи конвеєрних ваг конвеєр повинен відповідати певним вимогам, а саме:

- мати вантажне натягування транспортерної стрічки;
- транспортерна стрічка повинна бути склеєна або вулканізована;
- транспортер повинен мати прямолінійний ділянку довжиною не менше 10-12 м. Ділянка не повинна включати вигинів у вертикальній і горизонтальній площині, пристроїв впливу на стрічку і матеріал, що транспортується (скребки, електромагніти, пристрої завантаження-вивантаження і ін.);
- кут нахилу транспортера не повинен перевищувати 20°.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

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

WinPLC7 є повною програмною системою для S7-PLC типу S7-200® S7-300® і сумісних з ними PLC.

WinPLC7 включає програмний PLC, що спрощує симуляцію програм S7.

Можливо виконувати моніторинг цифрових і аналогових входів і виходів за допомогою графічної маски S7-200®.

В той же час можливо виконувати моніторинг блоку редактора.

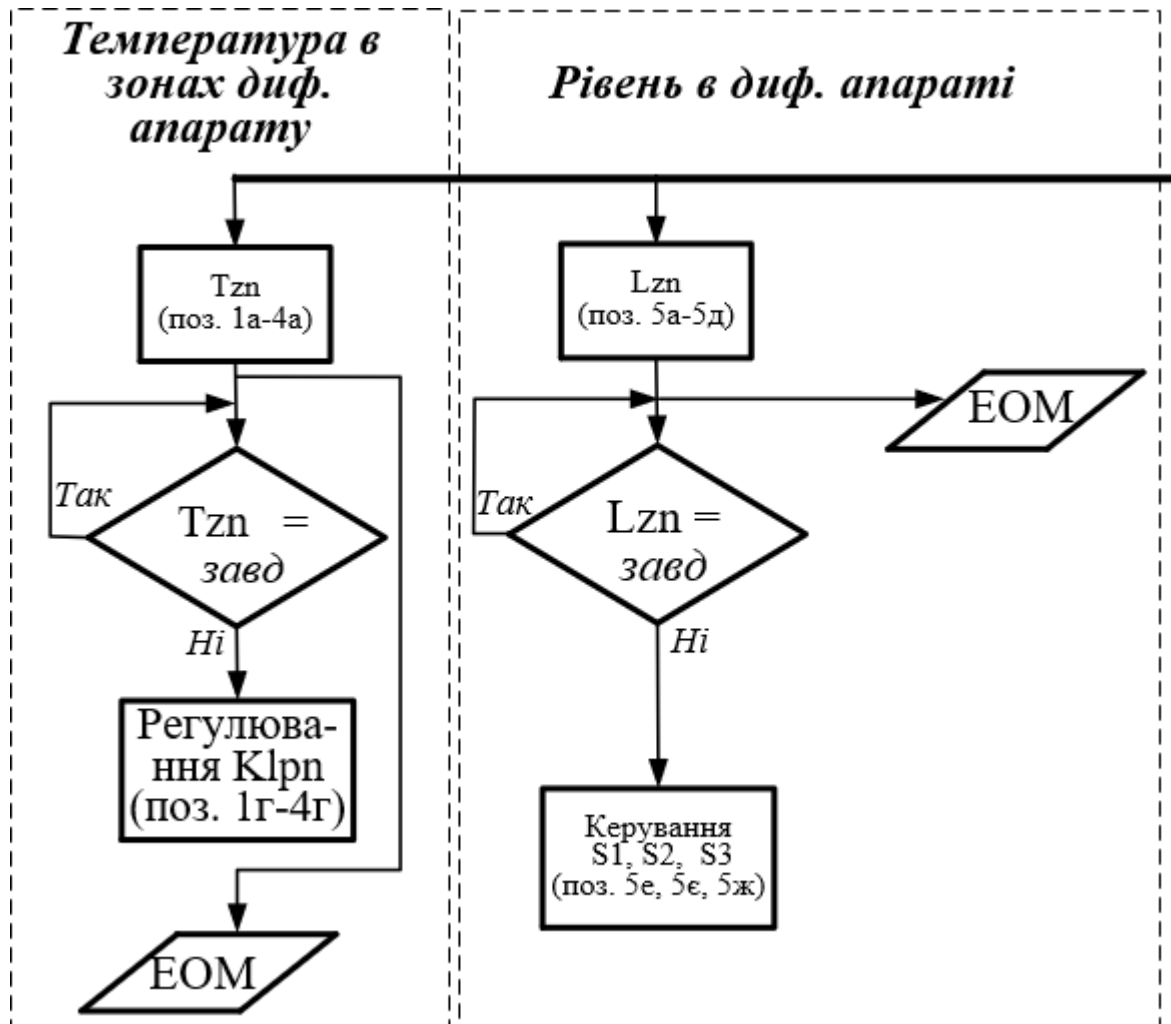
Конфігурація обладнання має спеціальну підтримку S7-PLC, VIPA GMBH, що поставляється. Це дозволяє використовувати призначений для користувача простий інтерфейс VIPA-CPU і модулі.

Більшість апаратних модулів, що випускаються в даний час компанією VIPA GMBH, вже були включені в конфігуратор устаткування, тобто немає необхідності імпортувати їх через файли GSD [16].

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Остапенко			Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Зігунов					
Зав. каф.		Смітюх			НУХТ ЗАВ-3-1		
Секретар ЕК		Крупська					

Алгоритм роботи дифузійного апарату.

Регулювання

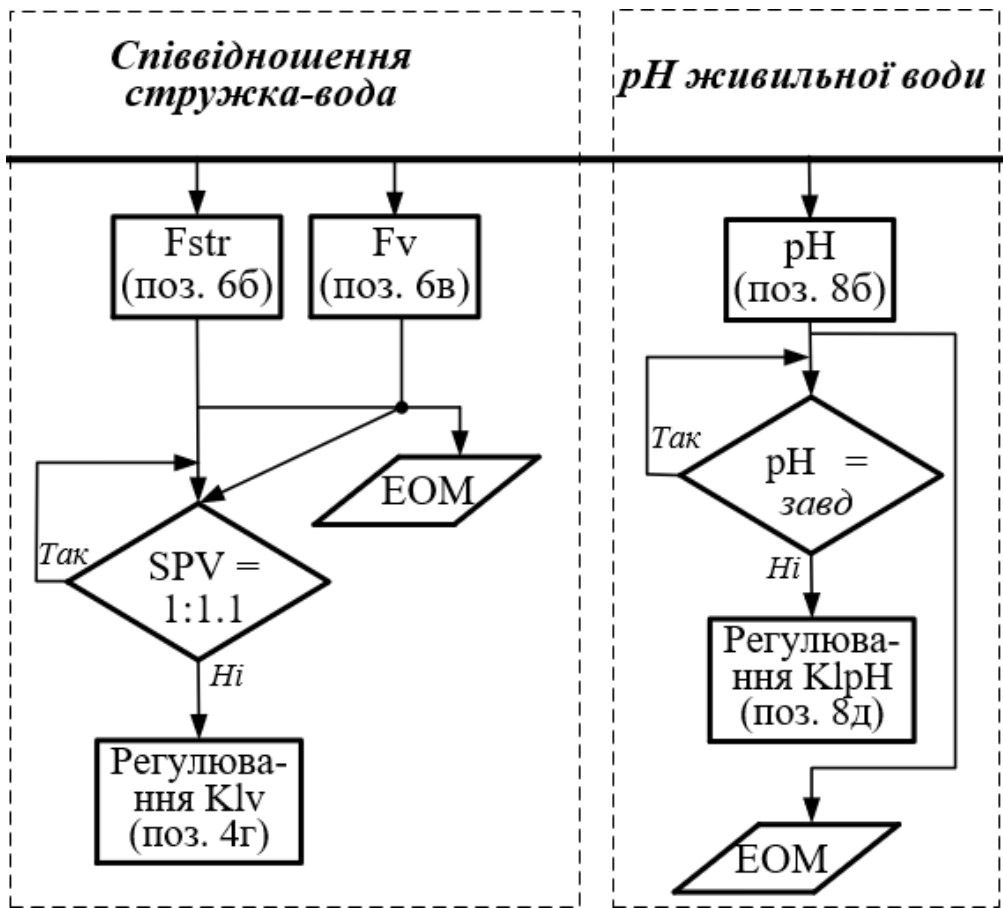


Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

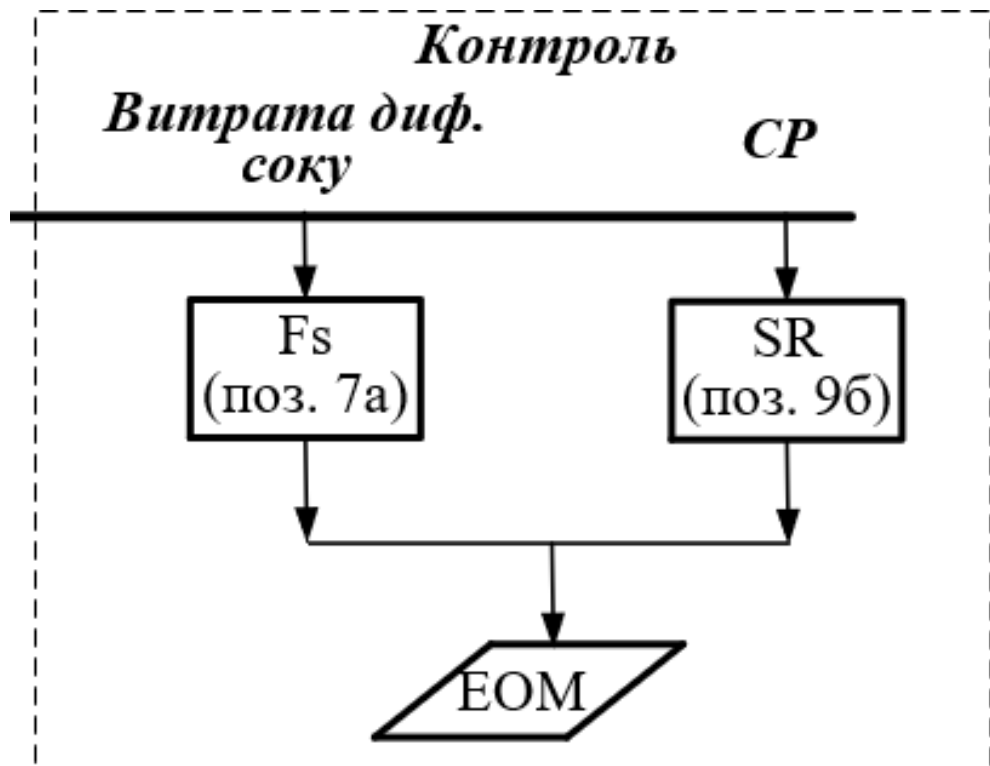
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Арк.

40



Контроль



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Арк.

41

Адреси входів-виходів на ПЛК VIPA 200



Station-Offline---Difuziyniy

UR0 Goto WinPLC7

Slot	Module	Order No.	MPI address	I address	Q address
0	214	CPU 214-1BA03	2		
1	231-1BF00 AI8x16Bit	231-1BF00 AI8x16Bit		256-271	
2	231-1BF00 AI8x16Bit	231-1BF00 AI8x16Bit		272-287	
3	231-1BF00 AI8x16Bit	231-1BF00 AI8x16Bit		288-303	
4	231-1BF00 AI8x16Bit	231-1BF00 AI8x16Bit		304-319	
5	232-1BD40 AO4x12Bit ECO	232-1BD40 AO4x12Bit ECC			256-263
6	232-1BD40 AO4x12Bit ECO	232-1BD40 AO4x12Bit ECC			264-271
7	232-1BD40 AO4x12Bit ECO	232-1BD40 AO4x12Bit ECC			272-279
8	222-1BH30 DO16xDC24V0,5A	222-1BH30 DO16xDC24V0			0-1
9					
10					
11					
12					
13					

Tools...
 SymbolTable.SEQ TableOfVariables.var Address Locations Protokol ToDo-List Messages PLC Online

1

...	Symbol	Address	Type	Symb.-Comment
1	Tz4	IW 30	INT	Temperatura zona4
2	Tz3	IW 32	INT	Temperatura zona3
3	Tz2	IW 34	INT	Temperatura zona2
4	Tz1	IW 36	INT	Temperatura zona1
5	Klp1	QW 10	INT	Temperatura klapa1
6	Klp2	QW 12	INT	Temperatura klapa2
7	Klp3	QW 14	INT	Temperatura klapa3
8	Klp4	QW 16	INT	Temperatura klapa4
9	Lz1	IW 40	INT	Riven zona1
10	Lz2	IW 42	INT	Riven zona1_1
11	Lz3	IW 44	INT	Riven zona2
12	Lz4	IW 46	INT	Riven zona3
13	Lz5	IW 48	INT	Riven zona4
14	S1	QW 20	INT	Privod shneku nizn
15	S2	QW 22	INT	Privod shneku verhn
16	S3	QW 24	INT	Nasos dif soku
17	Fstr	IW 50	INT	Vitrata struzki
18	Fv	IW 52	INT	Vitrata vodi
19	Klv	QW 26	INT	Klapa voda
20	pH	IW 54	INT	pH vody
21	KlpH	QW 28	INT	Klapa sulf vodi
22	Fs	IW 56	INT	Vitrata soku
23	SR	IW 58	INT	Vmist SR
24	HL1	Q 0.0	BOOL	Vidhilenyya temperaturi zona 4
25	HL2	Q 0.1	BOOL	Vidhilenyya temperaturi zona 3
26	HL3	Q 0.2	BOOL	Vidhilenyya temperaturi zona 2
27	HL4	Q 0.3	BOOL	Vidhilenyya temperaturi zona 1
28	HL5	Q 0.4	BOOL	Riven MAX zona 3
29	HL6	Q 0.5	BOOL	Riven MIN zona 3
30	HL7	Q 0.6	BOOL	Shnek 1 ON
31	HL8	Q 0.7	BOOL	Shnek 2 ON
32	HL9	Q 1.0	BOOL	Nasos dif. soku ON

Програма користувача для VIPA 200

DB2	
SFB41	
EN	ENO
	LMN --- ... (REAL)
... (BOOL) --- COM_RST	LMN_PER --- ... (WORD)
M10.0 --- MAN_ON	QLMN_HLM --- HL1
... (BOOL) --- PVPER_ON	QLMN_LLM --- HL1
... (BOOL) --- P_SEL	LMN_P --- ... (REAL)
... (BOOL) --- I_SEL	LMN_I --- ... (REAL)
... (BOOL) --- INT_HOLD	LMN_D --- ... (REAL)
... (BOOL) --- I_ITL_ON	PV --- KLP1
... (BOOL) --- D_SEL	
T#10MS --- CYCLE	ER --- ... (REAL)
MD68 --- SP_INT	
TZ1 --- PV_IN	
... (WORD) --- PV_PER	
... (REAL) --- MAN	
2.0 --- GAIN	
T#15MS --- TI	
T#20MS --- TD	
... (TIME) --- TM_LAG	
0.0 --- DEADB_W	
70 --- LMN_HLM	
65 --- LMN_LLM	
1.0 --- PV_FAC	
0.0 --- PV_OFF	
1.0 --- LMN_FAC	
0.0 --- LMN_OFF	
0.0 --- I_ITLVAL	
0.0 --- DISV	

Network comment=

```

      DB3
      SFB41
      EN          ENO
      LMN        LMN --- (REAL)
      COM_RST    LMN_PER --- (WORD)
      M10.0      MAN_ON    QLMN_HLM --- HL2
      (BOOL)     PVPER_ON  QLMN_LLM --- HL2
      (BOOL)     P_SEL     LMN_P --- (REAL)
      (BOOL)     I_SEL     LMN_I --- (REAL)
      (BOOL)     INT_HOLD  LMN_D --- (REAL)
      (BOOL)     I_ITL_ON  PV --- KLP2
      (BOOL)     D_SEL
      T#10MS     CYCLE     ER --- (REAL)

      MD68      SP_INT

      TZ2       PV_IN

      (WORD)    PV_PER
      (REAL)    MAN
      2.0       GAIN

      T#15MS    TI
      T#20MS    TD

      (TIME)    TM_LAG
      0.0       DEADB_W

      70       LMN_HLM
      65       LMN_LLM

      1.0       PV_FAC
      0.0       PV_OFF

      1.0       LMN_FAC
      0.0       LMN_OFF

      0.0       I_ITLVAL
      0.0       DISV

```

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Арк.

45

Network comment=

DB3		SFB41	
EN		ENO	
		LMN	... (REAL)
... (BOOL)	COM_RST	LMN_PER	... (WORD)
M10.0	MAN_ON	QLMN_HLM	HL5
... (BOOL)	PVPER_ON	QLMN_LLM	HL6
... (BOOL)	P_SEL	LMN_P	... (REAL)
... (BOOL)	I_SEL	LMN_I	... (REAL)
... (BOOL)	INT_HOLD	LMN_D	... (REAL)
... (BOOL)	I_ITL_ON	PV	S1
... (BOOL)	D_SEL		
T#10MS	CYCLE	ER	... (REAL)
MD70	SP_INT		
LZ1	PV_IN		
... (WORD)	PV_PER		
... (REAL)	MAN		
2.0	GAIN		
T#15MS	TI		
T#20MS	TD		
... (TIME)	TM_LAG		
0.0	DEADB_W		
2	LMN_HLM		
2.2	LMN_LLM		
1.0	PV_FAC		
0.0	PV_OFF		
1.0	LMN_FAC		
0.0	LMN_OFF		
0.0	I_ITLVAL		
0.0	DISV		

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Арк.

46

6 Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

6.1 Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI

Таблиця 6.1 – Таблиця аналогових змінних (вхідних)

Ім'я змінної	Клас	Адреса	Налаштування						
			Період опитування	Перетворення		Аварійні межі			
				Один. контролера	Фіз. один.	Аварійний min	Передаварійний min	Передаварійний max	Аварійний max
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Температура, зона 1 диф. апарата	зовнішня	Tz1 IW36	1с	0-1000	0-100 °C	66	-	-	70
Температура, зона 2 диф. апарата	зовнішня	Tz2 IW34	1с	0-1000	0-100 °C	68	-	-	72
Температура, зона 3 диф. апарата	зовнішня	Tz3 IW32	1с	0-1000	0-100 °C	70	-	-	74
Температура, зона 4 диф. апарата	зовнішня	Tz4 IW20	1с	0-1000	0-100 °C	66	-	-	70
Рівень, зона 1 диф. апарата	зовнішня	Lz1 IW40	1с	0-1000	0 – 3 м	-	-	-	-
Рівень, зона 2 диф. апарата	зовнішня	Lz2 IW42	1с	0-1000	0 – 3 м	-	-	-	-
Рівень, зона 3 диф. апарата	зовнішня	Lz3 IW44	1с	0-1000	0 – 3 м				
Рівень, зона 4 диф. апарата	зовнішня	Lz4 IW46	1с	0-1000	0 – 3 м	2	-	-	2.5
Витрата, стружка	зовнішня	Fstr IW50	1с	0-1000	0-150 т/год	-	-	-	-
Витрата, вода	зовнішня	Fv IW52	1с	0-1000	0-150 м ³ /год	-	-	-	-
Витрата, диф. сік	зовнішня	Fs IW56	1с	0-1000	0-150 м ³ /год	-	-	-	-

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації похилого дифузійного апарату			Літ.	Арк.	Аркушів		
Розроб.		Остапенко								47	6	
Керівник		Зігунов						НУХТ ЗАВ-3-1				
Зав. каф.		Смітюх										
Секретар ЕК		Крупська										

Ім'я змінної	Клас	Адреса	Налаштування						
			Період опитування	Перетворення		Аварійні межі			
				Один. контролю	Фіз. один.	Аварійний min	Передаварійний min	Передаварійний max	Аварійний max
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
pH, сульфатована вода	зовнішня	pH IW54	1с	0-1000	pH	-	-	-	-
CP, вміст сухих речовин	зовнішня	SR IW58	1с	0-1000	%	-	-	-	-

Таблиця 6.2 – Таблиця аналогових змінних (вихідних)

Опис	Адреса	Коментар
Клапан пари (зона 1)	Klp1 QW10	
Клапан пари (зона 2)	Klp2 QW12	
Клапан пари (зона 3)	Klp3 QW14	
Клапан пари (зона 4)	Klp4 QW16	
Клапан води	Klv QW26	
Частотний перетворювач (привод нижнього шнеку)	S1 QW20	
Частотний перетворювач (привод верхнього шнеку)	S2 QW22	
Частотний перетворювач (насос диф. соку)	S3 QW24	

Таблиця 6.3 – Таблиця дискретних змінних (вихідних)

Опис	Адреса	Коментар
HL1	HL1 Q0.0	Відхилення температури в зоні IV
HL2	HL2 Q0.1	Відхилення температури в зоні III
HL3	HL3 Q0.2	Відхилення температури в зоні II
HL4	HL4 Q0.3	Відхилення температури в зоні I
HL5	HL5 Q0.4	Рівень в зоні III високий
HL6	HL6 Q0.5	Рівень в зоні III низький
HL7	HL7 Q0.6	Шнек I
HL8	HL8 Q0.7	Шнек II
HL9	HL9 Q1.0	Насос диф. соку

Таблиця 6.4 - Тренди реального часу

Змінна	Період оновлення	Інтервал відображення
Температура, зона 1 диф. апарата	1 с	24 год
Температура, зона 2 диф. апарата	1 с	24 год
Температура, зона 3 диф. апарата	1 с	24 год
Температура, зона 4 диф. апарата	1 с	24 год
Рівень, зона 1 диф. апарата	1 с	24 год
Рівень, зона 2 диф. апарата	1 с	24 год
Рівень, зона 3 диф. апарата	1 с	24 год
Рівень, зона 4 диф. апарата	1 с	24 год
Витрата, стружка	1 с	24 год
Витрата, вода	1 с	24 год
Витрата, диф. сік	1 с	24 год
pH, сульфітована вода	1 с	24 год
CP, вміст сухих речовин	1 с	24 год

6.2 Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

SCADA Trace Mode – програмний продукт для керування технологічним процесом будь-якого промислового та господарського об'єктів.

Абревіатура SCADA означає диспетчерське управління та архівування даних. 1992 року компанія Adastrа розробила програмний продукт Trace Mode. На сьогоднішній день SCADA Trace Mode поширена у всьому світі з центральним офісом у Нью-Йорку. Представництва компанії розташовуються у 30 країнах світу. Враховуючи наявність російськомовної версії та підтримку всіх операційних систем, SCADA Trace Mode стала найпопулярнішою в Україні, Молдові, Азербайджані, Литві, Латвії, Естонії, Казахстані, Узбекистані, а також Польщі, Італії, Китаї, Німеччині, Індії, Пакистані, Кіпрі та ін..

Представником та офіційним дистриб'ютором в Україні вже понад 10 років є Компанія "Нові технології".

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Понад 3000 українських підприємств встановили ліцензії цього програмного забезпечення.

SCADA Trace Mode – модульний продукт. Кожен модуль має унікальні характеристики і застосовується в залежності від свого функціонального призначення:

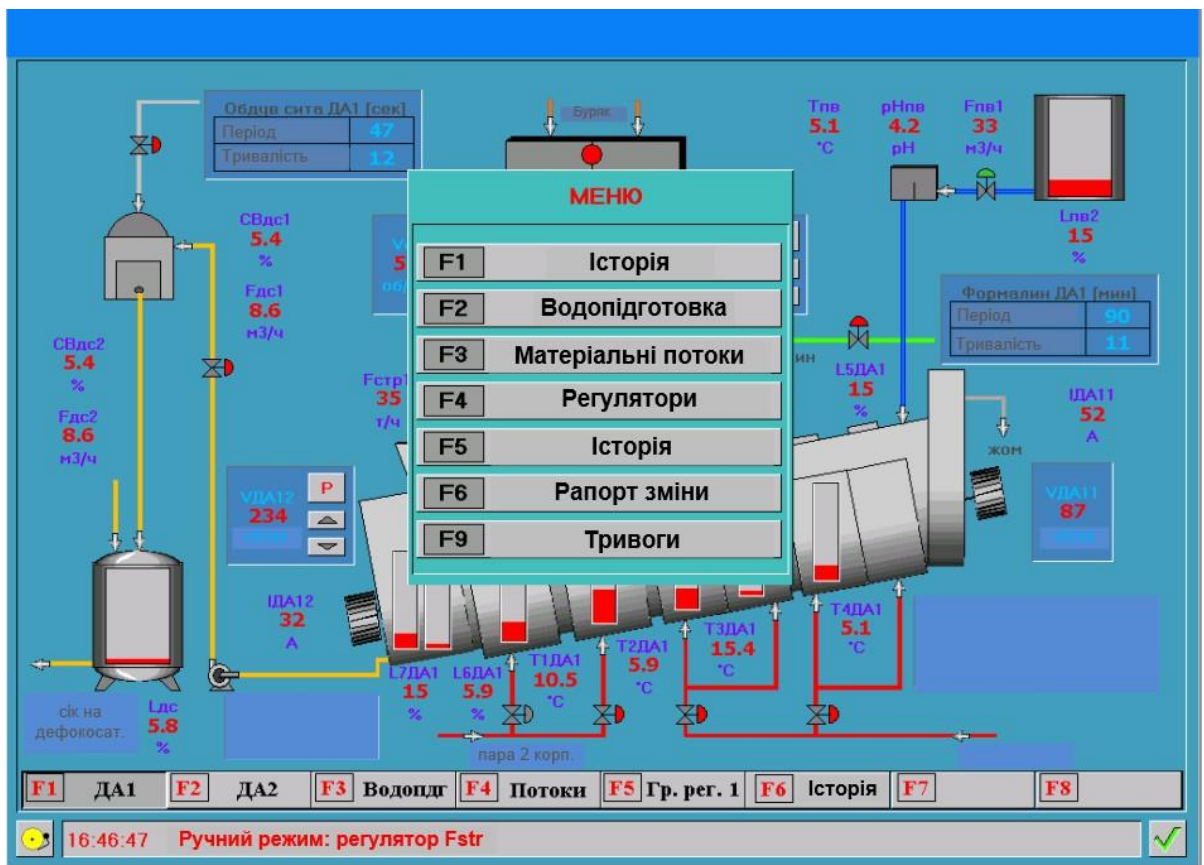
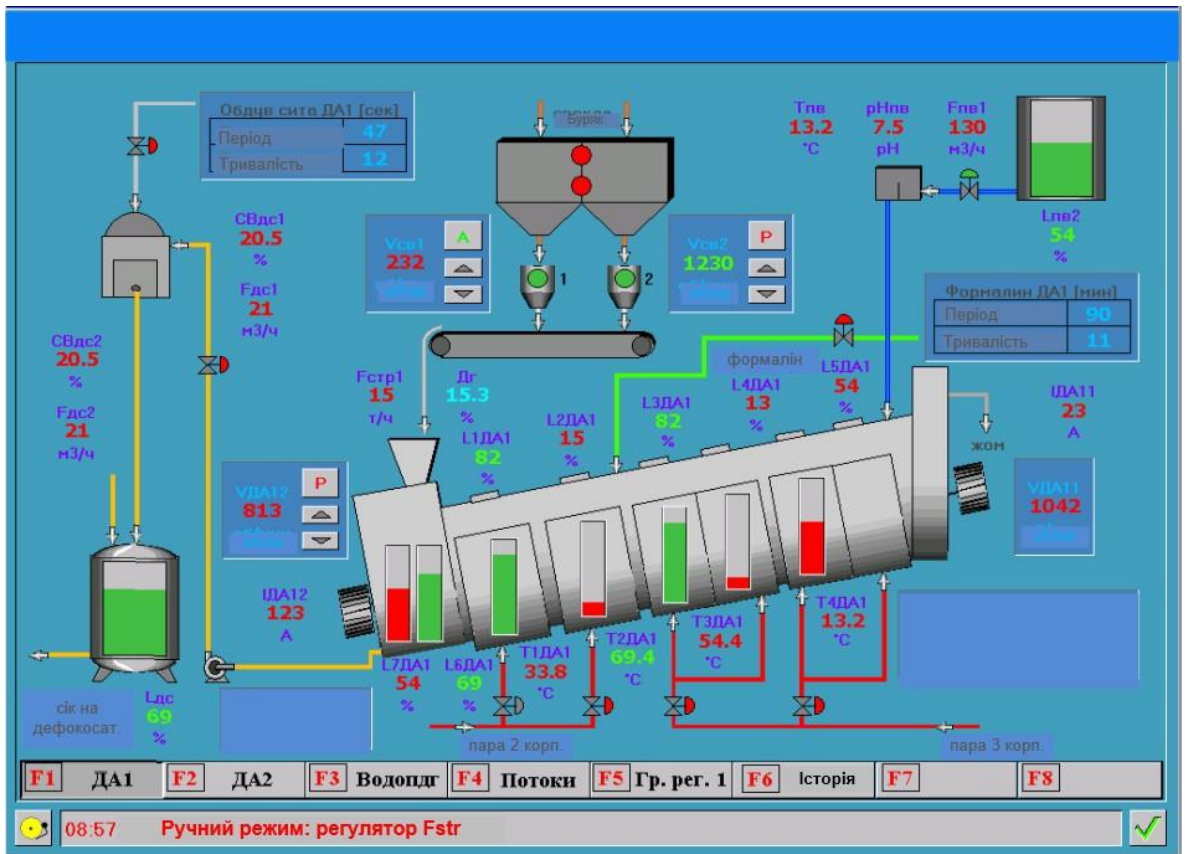
- Інструментальна система – середовище розробки проекту
- Виконавчі модулі «Монітор реального часу (МРВ)» - НМІ модулі для запуску та роботи проекту в режимі реального часу з різними функціями (архівування, GSM-протокол, гаряче резервування, сервер документування та ін.)
- OPC-сервер – для зв'язку з іншими SCADA
- Micro Trace Mode – для програмування ПЛК WinPAC
- Віддалена графічна консоль – для візуалізації проекту на віддаленому ПК
- Data Center – для візуалізації проекту за допомогою WEB-протоколу

Переваги застосування SCADA Trace Mode:

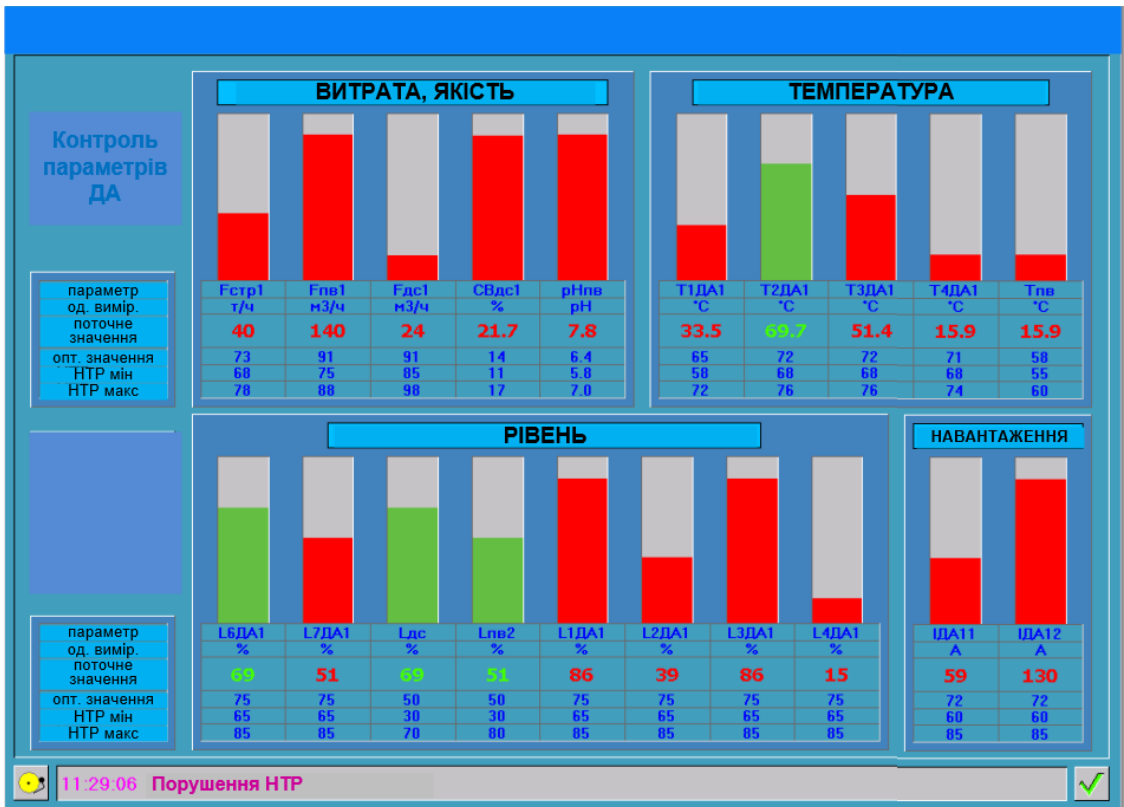
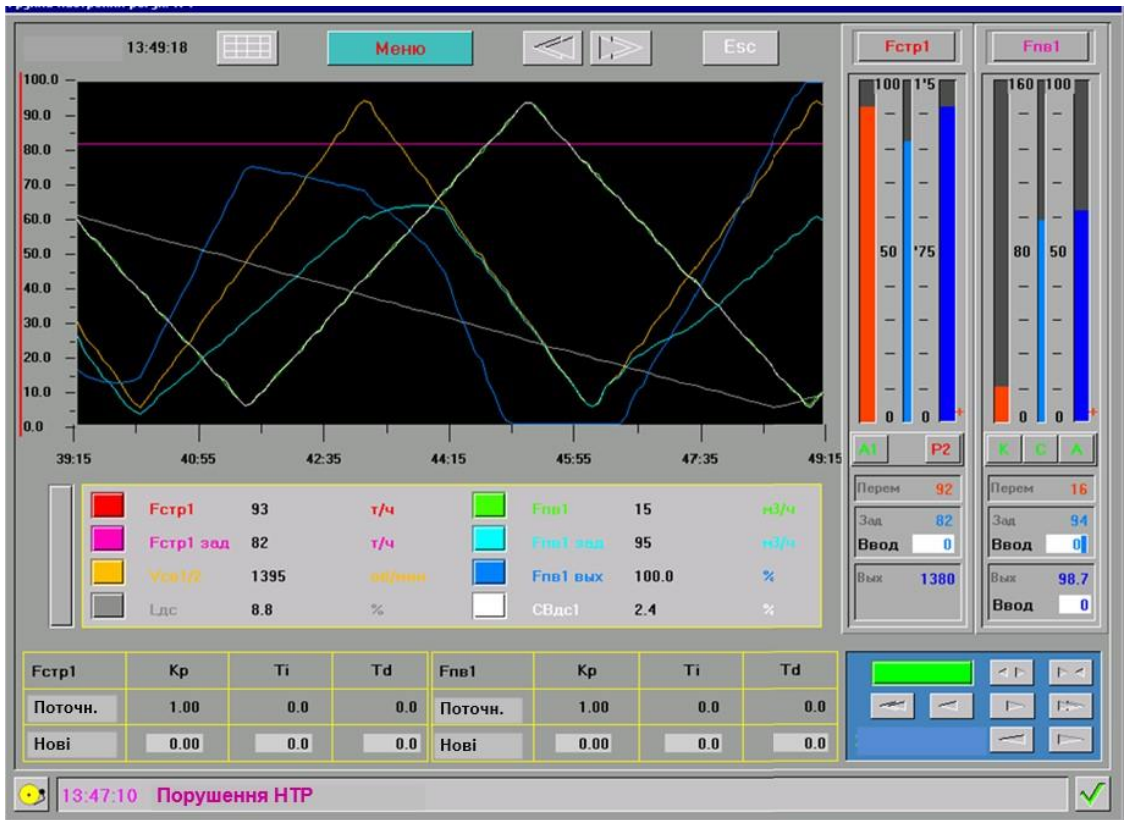
- Низька ціна та висока якість
- Маленький термін постачання (кілька робочих днів)
- Підтримка операційних систем Linux та Windows
- Наявність російськомовної версії
- Партнерська програма
- Технічна підтримка
- Авторизований центр навчання у Києві
- Підтримка 2700 пристроїв всіх брендів промислової автоматики та КВП
- Можливість самостійної розробки драйверів

У разі відсутності необхідного пристрою в підтримуваному переліку можна скористатися послугою нашої компанії з розробки драйвера, OPC-сервера, TCP-сервера. Дані програмні продукти забезпечать доступ до SCADA будь-якого пристрою або іншого ПЗ та СУБД [17].

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



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



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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Арк.

52

7 Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання

7.1 Постановка задачі дослідження

У даній кваліфікаційній роботі реалізована функція регулювання параметрів похилої дифузійної установки для досягнення високих техніко-економічних показників.

Одним з контурів регулювання є контур стабілізації температури сокостружкової суміші в дифузійному апараті.

Для досягнення оптимальних режимів роботи регулятора необхідно вибрати, розрахувати та провести комп'ютерне моделювання регулятора для заданої САР.

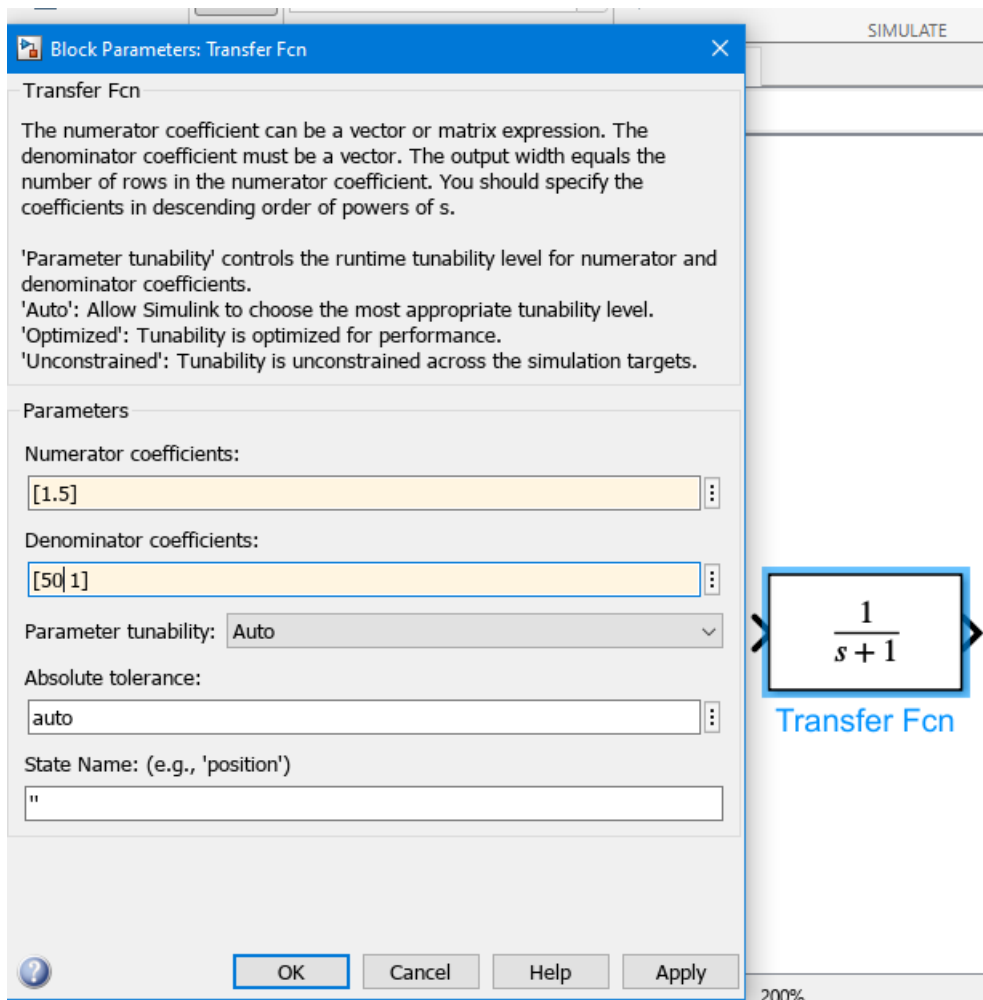
Для комп'ютерного моделювання використано середовище MATLAB.

7.2 Вибір об'єкта керування та його математичної моделі

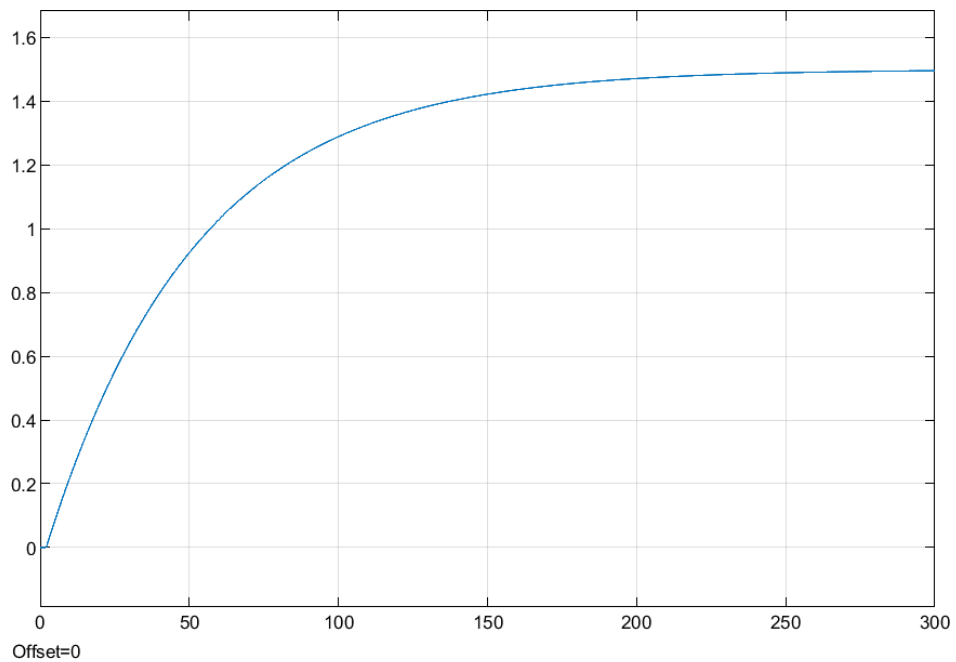
В якості об'єкта дослідження обрано температуру сокостружкової суміші в похилому дифузійному апараті. Стабілізація температури сокостружкової суміші реалізується шляхом зміни кількості гріючої пари. Відповідно, регульована змінна це – температура суміші, керувальна дія - витрата пари. Основним збуренням вважається витрата бурякової стружки.

Як математична модель об'єкту обрано аперіодичну ланку першого порядку, параметри якої вказані на малюнок 7.1.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Остапенко			Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Зігунов					
Зав. каф.		Смітюх			НУХТ ЗАВ-3-1		
Секретар ЕК		Крупська					

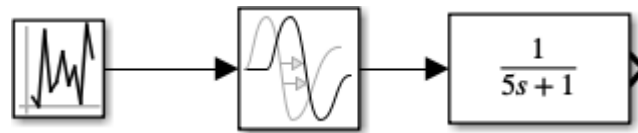


Малюнок 7.1 – Структурна схема об'єкта регулювання



Малюнок 7.2 – Крива розгону

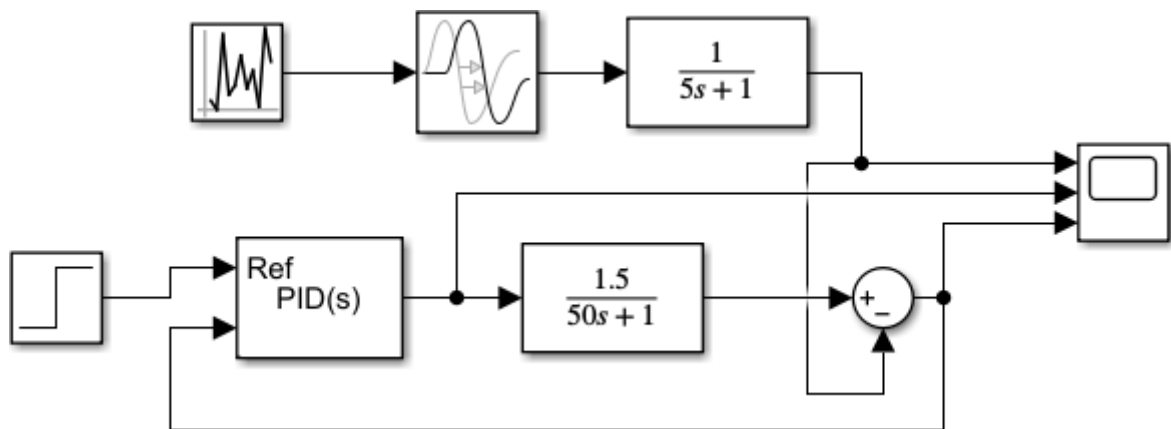
В якості збурення використовується генератор випадкових значень, який налаштований на діапазон від -10 до 10, блок затримки та аперіодична ланка першого порядку для придання пульсаціям пологої форми (малюнок 7.3).



Малюнок 7.3 – Реалізація збурення

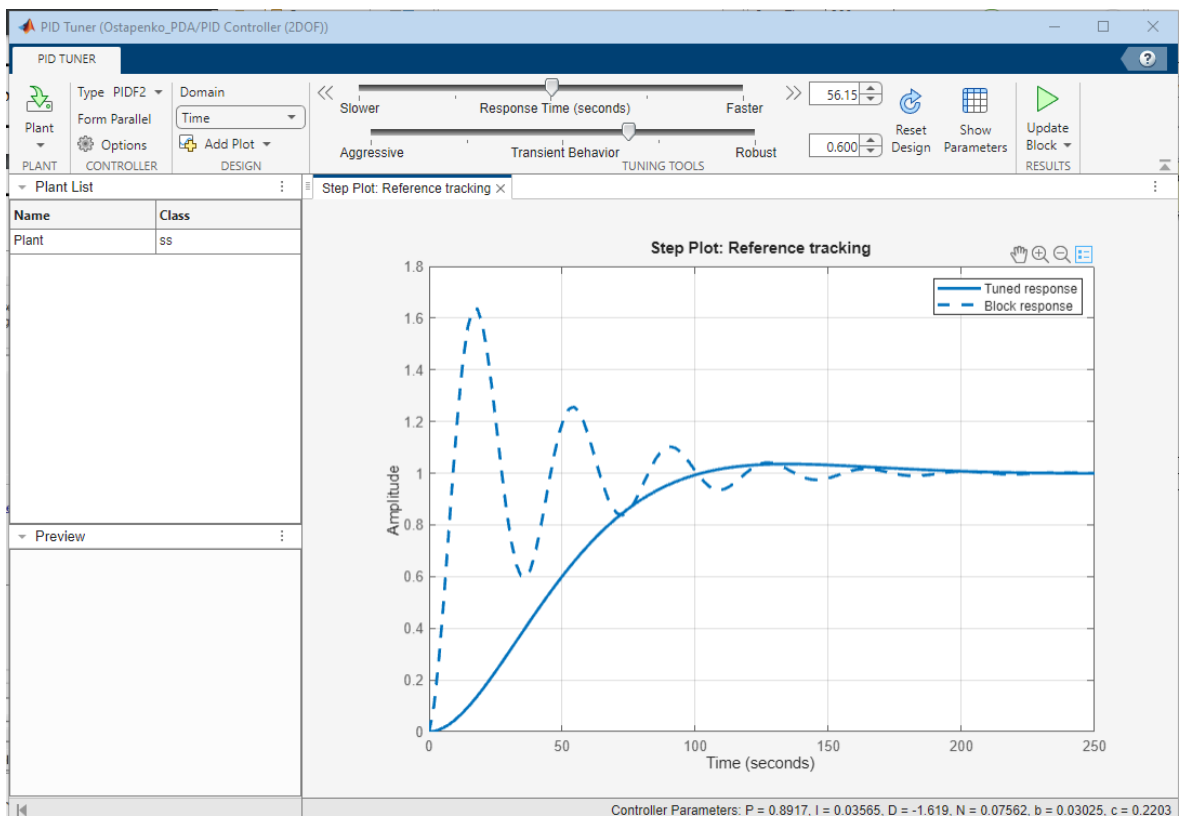
7.3. Моделювання САР

Схема змодельованої одноконтурної САР рівня зображена на малюнок 7.4.



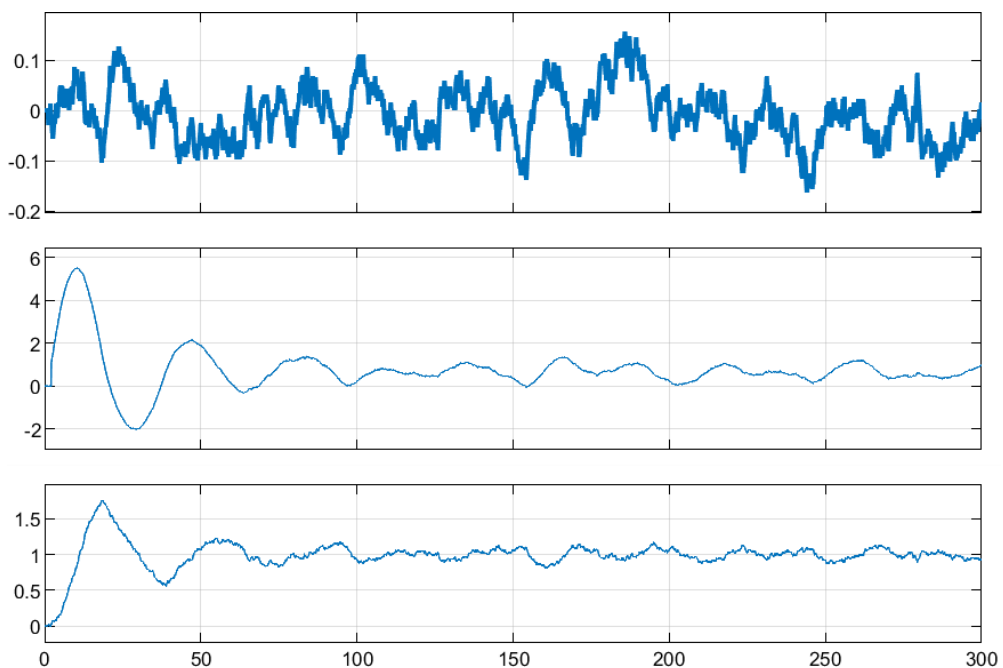
Малюнок 7.4 - Структурна схема одноконтурної САР з ПД-регулятором

Підбір параметрів ПД-регулятора виконано за допомогою вбудованої в блок функції автоматичного підбору параметрів «Tune...» (малюнок 7.5).

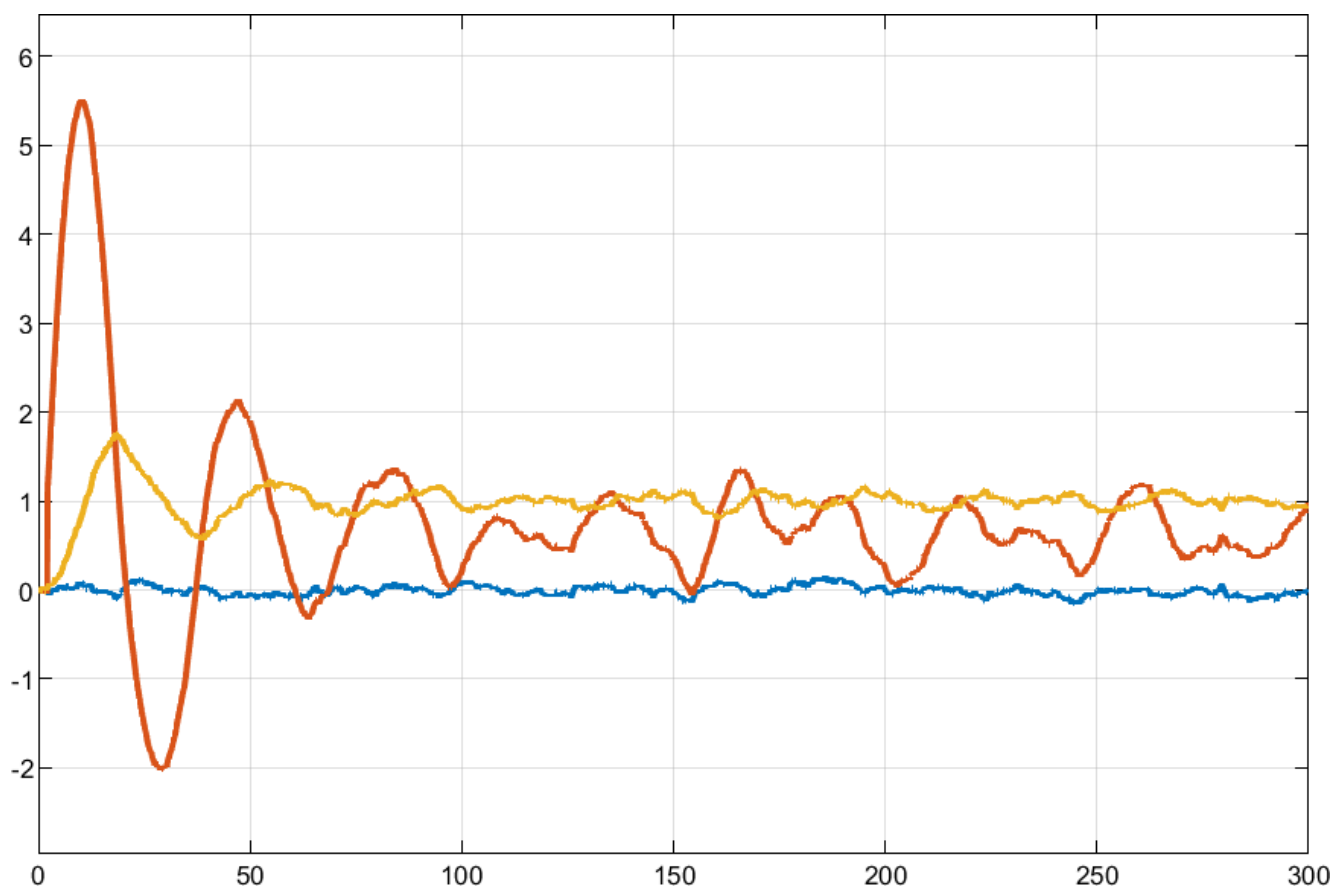


Малюнок 7.5 – Автоматичне налаштування ПІД-регулятора

В результаті комп'ютерного моделювання отримані графіки на яких зображено величину збурення, вихідну величину ПІД-регулятора, вихідну величину системи відповідно (малюнок 7.5, 76).



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



7.4 Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків

В результаті виконання даного етапу була досліджена система автоматичного регулювання з ПД-регулятором температури сокостружкової суміші в похилому дифузійному апараті.

Отримано параметри налаштування регулятора для вибраної математичної моделі.

Згідно отриманих графіків роботи регулятора можна судити про стійкість системи та перерегулювання 33.3%.

Висновки

Розроблений варіант системи автоматизації похилого дифузійного апарату цукрового заводу направлений на вдосконалення існуючої системи автоматизації на цукровому заводі.

Пропонована система автоматизації базується на застосуванні мікропроцесорного контролера VIPA 200V та персонального комп'ютера.

Використання ПЛК VIPA 200V дасть змогу підвищити стабільність роботи дифузійного відділення, зменшити кількість передаварійних та аварійних ситуацій.

В системі автоматизації реалізовані контури регулювання, що дозволяє зменшити вплив людського фактору на протікання технологічного процесу та своєчасно попередити виробничі аварії та відхилення від норм параметрів.

Дана система автоматизації забезпечує:

- точне регулювання найважливіших технологічних параметрів технологічного процесу;
- контроль другорядних за важливістю технологічних параметрів;
- технологічну сигналізацію всіх технологічних параметрів та сигналізацію роботи приводів насосів;
- можливість дистанційного управління приводами насосів та дистанційної зміни, в ручному режимі, технологічних параметрів;
- запис історичних трендів про хід технологічного процесу (у вигляді графіків) в файл, що дає змогу в подальшому прослідкувати хід технологічного процесу в попередні періоди;
- збільшення загального виходу цукру до маси переробленого буряку;
- зниження витрати пари за рахунок додержання оптимального режиму роботи із збереженням основних технологічних параметрів в межах норми.

Таким чином, автоматизація сприяє інтенсифікації виробництва, дає суттєвий економічний ефект.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік джерел інформації

1. М.Д. Хоменко Технологічний процес виробництва цукру з цукрових буряків: правила усталеної практики 15.83-37-106-2007: Нормативне видання/ Хоменко М.Д., Скорик К.Д, Чупахіна В.П., Штангеев К.О. в колективі авторів. — К.: Цукор України, 2008 - 420 с.

2. Промисловий перетворювач температури CTR - Режим доступу: [www.URL: https://aplisens.com.ua/product/ctr/](https://aplisens.com.ua/product/ctr/)

3. Вимірювальний перетворювач тиску РС-28 - Режим доступу: [www.URL: https://aplisens.com.ua/product/pc-28/](https://aplisens.com.ua/product/pc-28/)

4. Електромагнітний витратомір PEM-1000 - Режим доступу: [www.URL: https://aplisens.com.ua/product/rem-1000/](https://aplisens.com.ua/product/rem-1000/)

5. Однорічкові конвеєрні ваги ВК-202 <https://sweda.com.ua/produksiya/odnorolikove-konveiernye-vesy-vk-202/>

6. pH/Redox-transmitter panel-mounted - Режим доступу: [www.URL: https://www.be.endress.com/en/field-instruments-overview/CPM221?t.tabId=product-overview](https://www.be.endress.com/en/field-instruments-overview/CPM221?t.tabId=product-overview)

7. Проточний рефрактометр CM-800 alpha-EG - Режим доступу: [www.URL: https://atago.com.ua/product/protochnyy-refraktometr-cm-800-alpha-eg/](https://atago.com.ua/product/protochnyy-refraktometr-cm-800-alpha-eg/)

8. Позиціонер Samson TROVIS 3730-1 - Режим доступу: [www.URL: https://trade-control.com.ua/ua/samson-trovis-3730-1](https://trade-control.com.ua/ua/samson-trovis-3730-1)

9. Клапани Samson 240 - Режим доступу: [www.URL: https://trade-control.com.ua/ua/products/samson-240](https://trade-control.com.ua/ua/products/samson-240)

10. 8200 vector frequency inverters - Режим доступу: [www.URL: https://www.lenze.com/ru-ru/produkcija/inventory/predshestvujushchie-produkty-inventory/8200-vector](https://www.lenze.com/ru-ru/produkcija/inventory/predshestvujushchie-produkty-inventory/8200-vector)

11. Блок ручного управління БРУ-17 - Режим доступу: [www.URL: http://www.microl.ua/index.php?page=shop.product_details&flypage=garden_flypage.tpl&product_id=171&category_id=95&option=com_virtuemart&Itemid=71&lang=](http://www.microl.ua/index.php?page=shop.product_details&flypage=garden_flypage.tpl&product_id=171&category_id=95&option=com_virtuemart&Itemid=71&lang=)

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

12. System 200V - Режим доступа: [www.URL:
https://vipa.com.ua/products/control-systems/200v.html](http://vipa.com.ua/products/control-systems/200v.html)

13. PS 207 (207-2BA20) - Режим доступа: [www.URL:
https://vipa.com.ua/products/control-systems/200v/power-supply/item/207-2ba20.html](http://vipa.com.ua/products/control-systems/200v/power-supply/item/207-2ba20.html)

14. Аналогові сигнальні модулі System 200V- Режим доступа: [www.URL:
https://vipa.com.ua/products/control-systems/200v/signal-modules-analog.html](http://vipa.com.ua/products/control-systems/200v/signal-modules-analog.html)

15. Дискретні сигнальні модулі System 200V - Режим доступа: [www.URL:
https://vipa.com.ua/products/control-systems/200v/signal-modules-digital.html](http://vipa.com.ua/products/control-systems/200v/signal-modules-digital.html)

16. WinPLC7 STEP7 PLC Programming Software - Режим доступа: [www.URL:
https://vipausa.com/products/vipa-sw211k1od-winplc7-step7-plc-programming-software-download-vipa-controlsamerica.html](https://vipausa.com/products/vipa-sw211k1od-winplc7-step7-plc-programming-software-download-vipa-controlsamerica.html)

17. SCADA Trace Mode - Режим доступа: [www.URL:
http://tracemode.com.ua/](http://tracemode.com.ua/)

18. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — Вид. 2-ге, виправлене. — К.: Вид. Ліра-К, 2015. — 378 с.

19. Гончаренко, Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій : підручник / Б. М. Гончаренко, А. П. Ладанюк ; Нац. ун-т харч. технол. - К. : НУХТ, 2014. - 530 с.

20. Пупена О.М. Розроблення людино-машинних інтерфейсів та систем збирання даних з використанням програмних засобів SCADA/HMI.: Навч. посіб. Київ : Видавництво Ліра-К, 2020. — 594 с.

21. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах: Навчальний посібник / Пупена О.М., Ельперін І.В., Луцька Н.М., Ладанюк А.П. – К.: Вид-во “Ліра-К”, 2011. – 552 с.

22. Трегуб, В.Г. Проектування систем автоматизації / Трегуб В.Г., Видавництво “Ліра-К”, 2014. – 344 с.

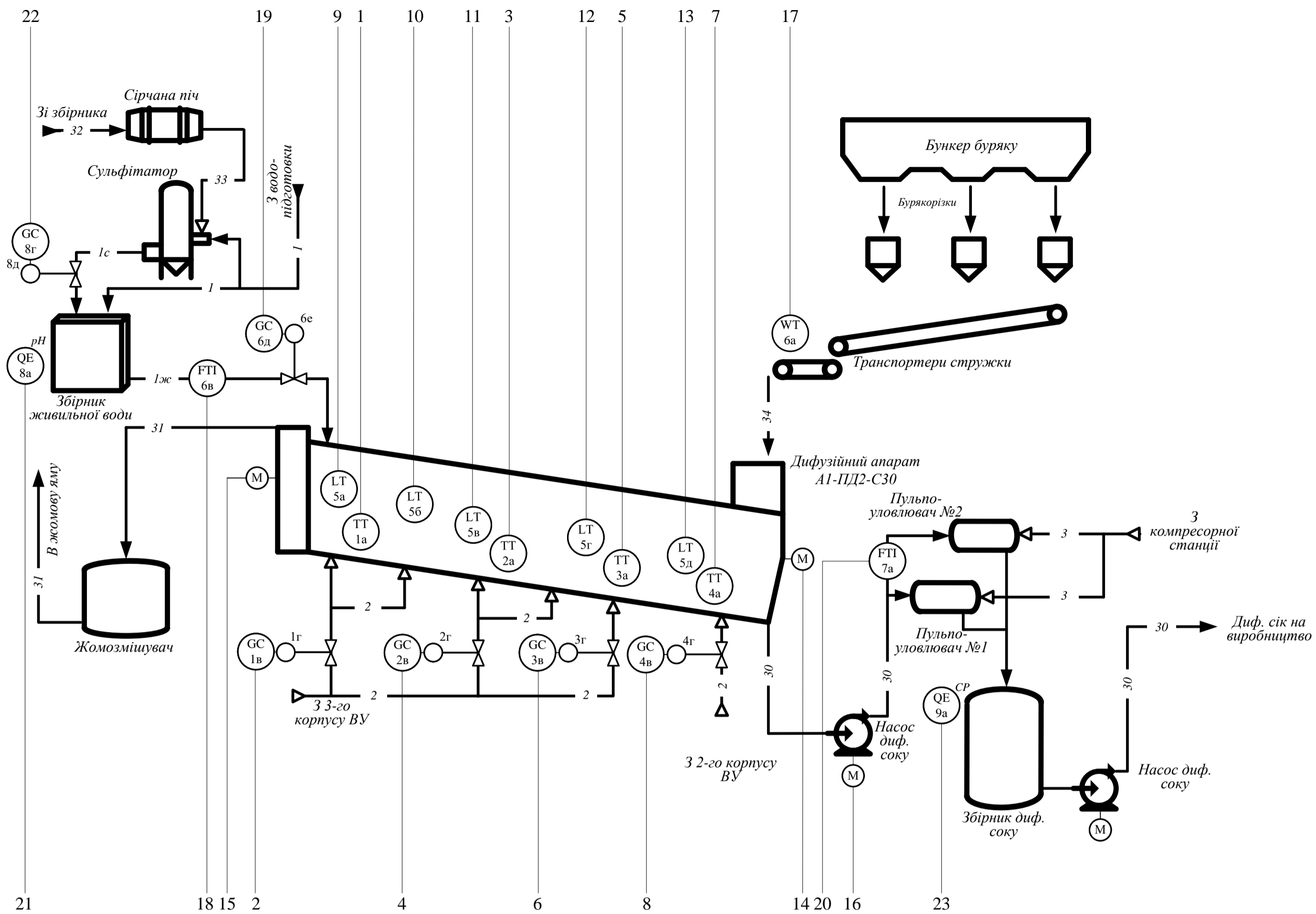
23. Методичні рекомендації до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

навчання / Уклад.: І.В. Ельперін, В.М. Сідлецький, Н.М. Луцька, Є.С. Проскурка.
[Електронний ресурс]. – К. : НУХТ, 2020. – 73 с.

24. Проектування систем автоматизації: Метод. рекомендації до виконання курс. проекту для студ. напряму 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання./Уклад.: В.М. Сідлецький, В.Г. Трегуб – К.: НУХТ, 2013. – 46 с.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

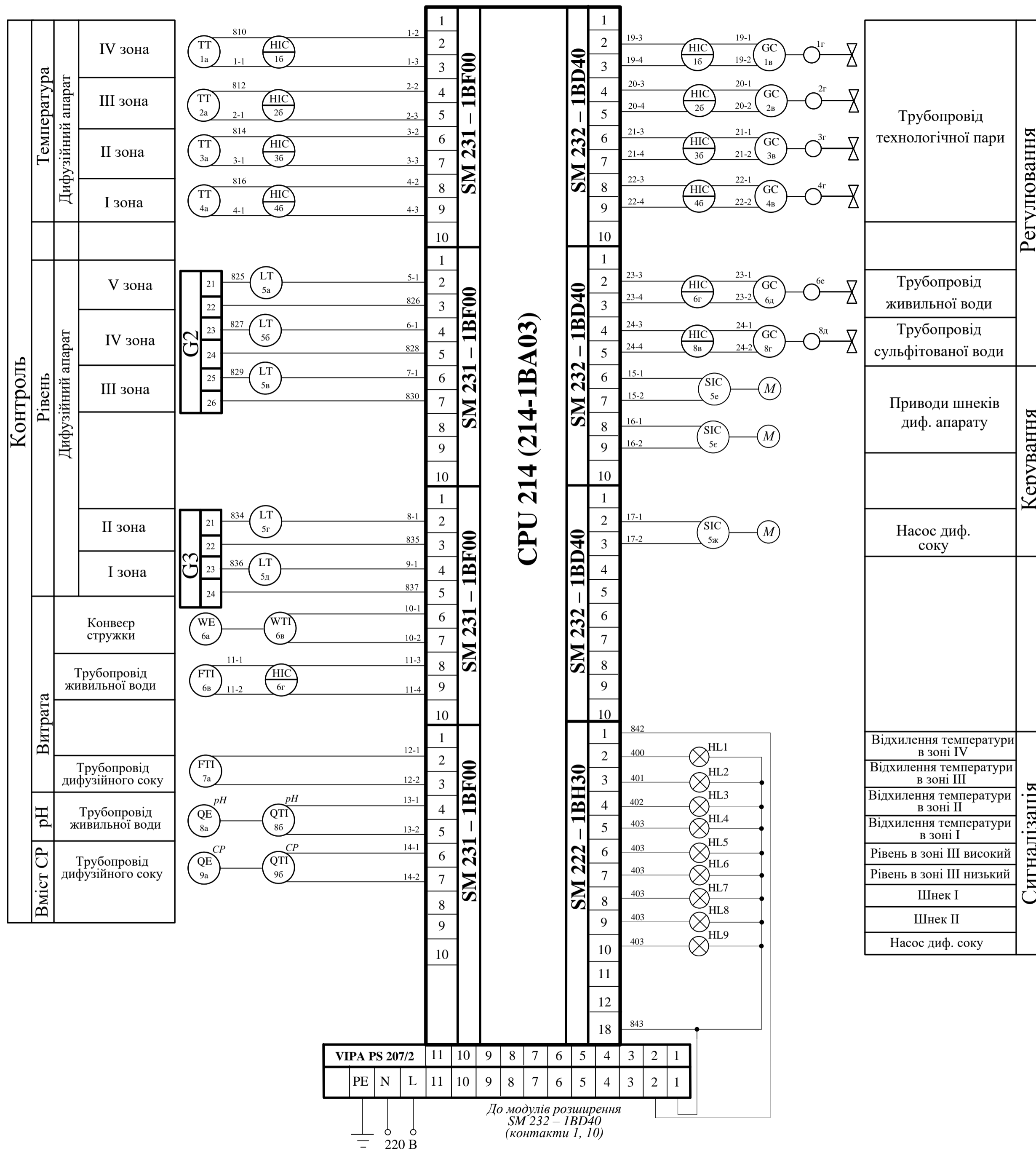


Позн.	Найменування	К-ть	Примітка
<u>Прилади за місцем</u>			
1а – 4а	Перетворювач температури типу СTR-4	4	
5а – 5д	Перетворювач тиску РС-28-РZ з мембранним роздільником типу S-P	5	
6а	Багатороликові конвеєрні ваги ВК-230	1	
6б	Процесор ваговий ПВ-310	1	
6в, 7а	Електромагнітний витратомір РЕМ-1000	2	
8а	Електродна система рН – метра СLS 21	1	
8б	Перетворювач Liquisys M CPM 253	1	
9а, 9б	Промисловий рефрактометр СМ-800 α	1	
1в - 4в, бд, 8г	Електропневматичний позиціонер ТRОVІS 3730-1	6	
1г - 4г, бє, 8д	Регулюючий клапан Samson з пневматичним приводом	6	
5е – 5ж	Перетворювач частоти LENZE 9300 vector -75	3	
<u>Прилади на щиті</u>			
1б - 4б, бг, 8в	Блок ручного управління БРУ-17	6	
	ПЛК VIPA system 200V	1	

Позн.	Найменування
— 1 —	Вода
— 1с —	Вода сульфитована
— 1ж —	Вода живильна
— 2 —	Пара
— 3 —	Повітря
— 30 —	Дифузійний сік
— 31 —	Жом
— 32 —	Сірка
— 33 —	Сірчаний газ
— 34 —	Бурачна стружка

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Прилади за місцем														SIC 5с	SIC 5с	SIC 5ж	WTI 6б				QE 8а	QE 9а	CP 96
Прилади на щиті	HIC 16	HL1	HIC 26	HL2	HIC 36	HL3	HIC 46	HL4						HL5	HL6	HL7	HL8	HL9			HIC 6г	HIC 8в	
ПЛК VIPA 200V	Y																						
	C																						
EOM	A																						
	B																						
	I																						
	A																						

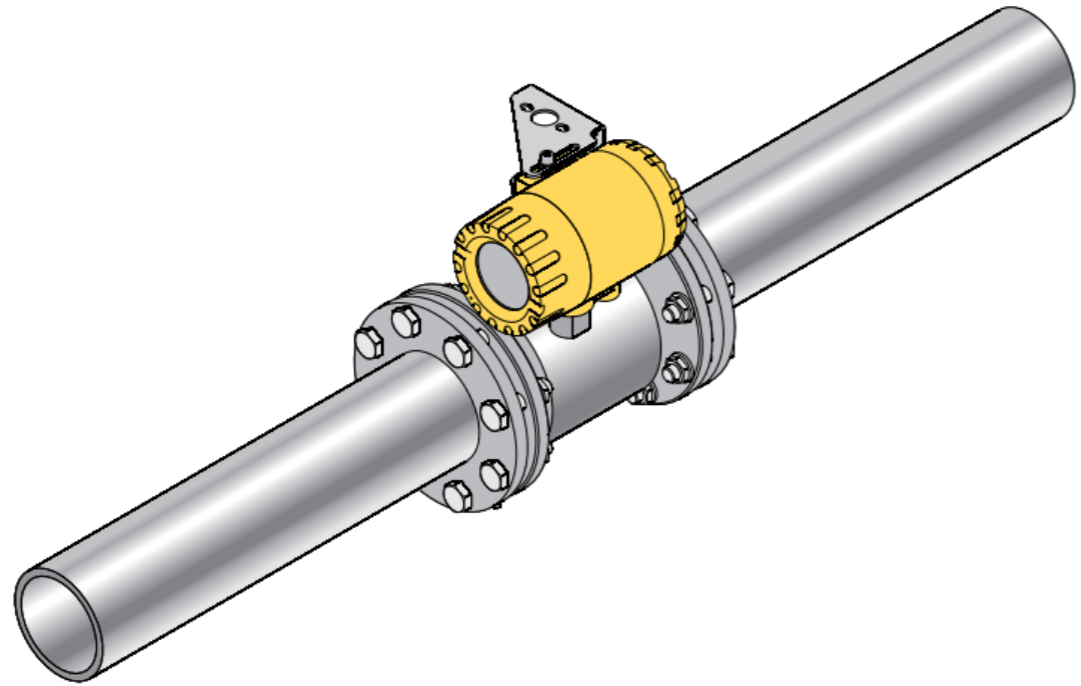
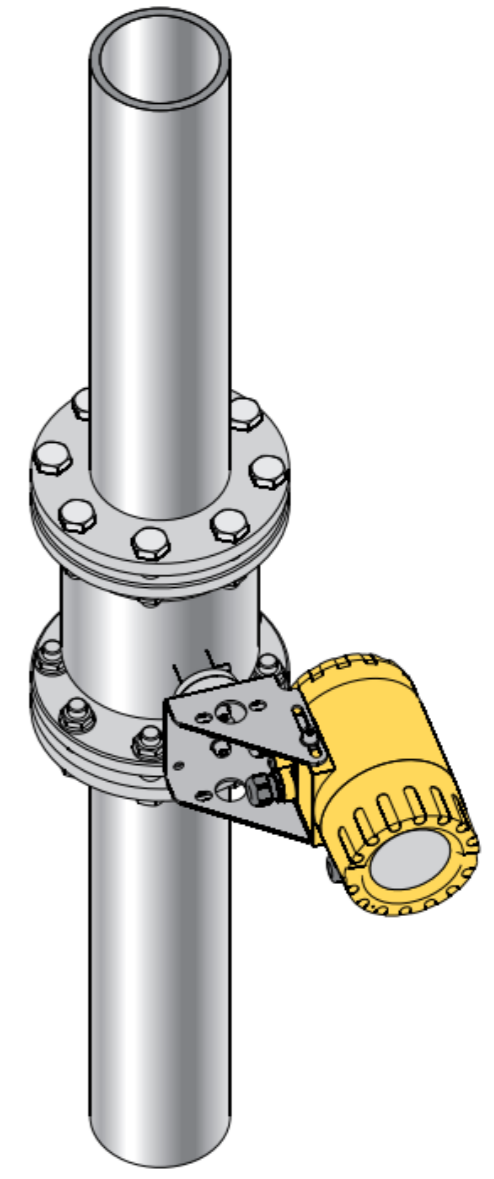
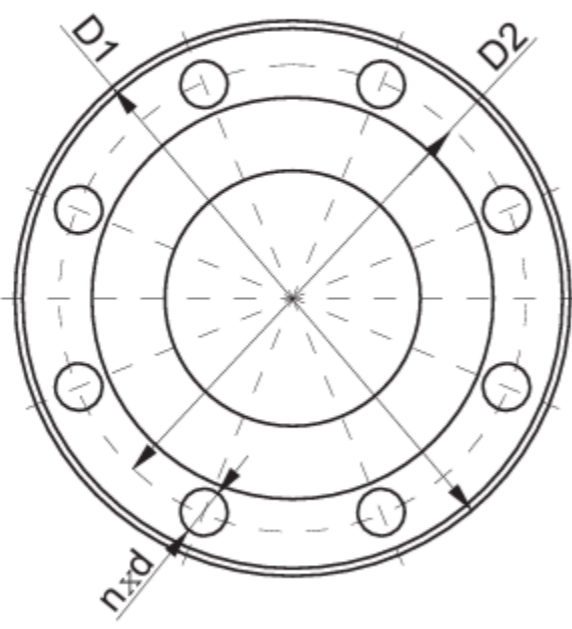
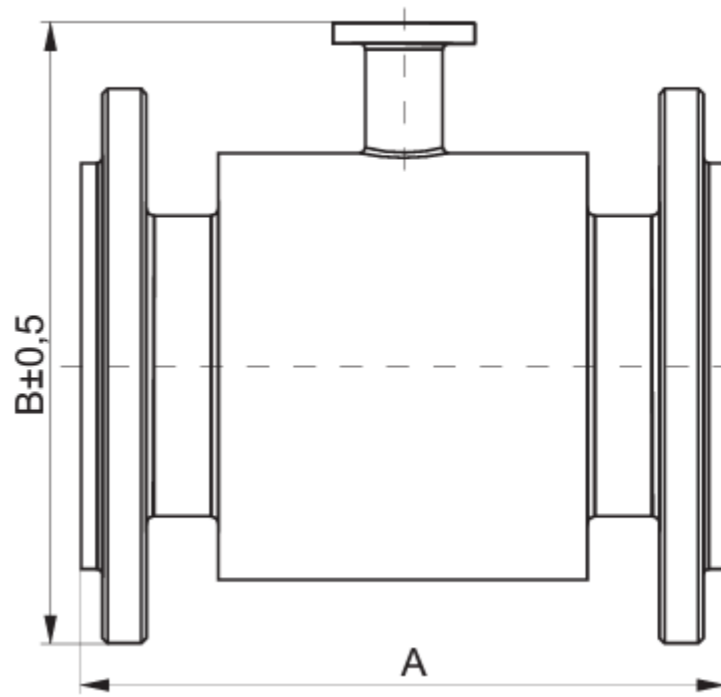
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
Розробка системи автоматизації похилого дифузійного апарату			
Зм.	Арк.	№докум	Підпис
Розробив	Остапенко		
Керівник	Зігунов		
Зав. каф.	Смітюх		
Секр. ЕК	Крупська		
			Літ.
			Маса
			Масштаб
			Арк. 1
			Архивів 3
Схема автоматизації			НУХТ зр. ЗАВ-3-1



Позн.	Найменування	К-ть	Примітка
<u>Прилади за місцем</u>			
1а – 4а	Перетворювач температури типу СTR-4	4	
5а – 5д	Перетворювач тиску РС-28-РZ з мембранним роздільником типу S-P	5	
6а	Багатоходові конвеєрні ваги ВК-230	1	
6б	Процесор ваговий ПВ-310	1	
6в, 7а	Електромагнітний витратомір РЕМ-1000	2	
8а	Електродна система рН – метра CLS 21	1	
8б	Перетворювач Liquisys М СРМ 253	1	
9а, 9б	Промисловий рефрактометр СМ-800 α	1	
1в - 4в, 6д, 8г	Електропневматичний позиціонер ТRОVІS 3730-1	6	
1г - 4г, 6е, 8д	Регулюючий клапан Samson з пневматичним приводом	6	
5е – 5ж	Перетворювач частоти LENZE 9300 vector -75	3	
<u>Прилади на щиті</u>			
1б - 4б, 6г, 8в	Блок ручного управління БРУ-17	6	
ПЛК VIPA system 200V			
CPU 214 (214-1BA03)	Процесорний модуль	1	
VIPA PS 207/2	Модуль живлення	1	
SM 231 – 1BF00	Модуль аналогових входів АІ 4	4	
SM 232 – 1BD40	Модуль аналогових виходів АО 4	3	
SM 222 – 1BH30	Модуль дискретних виходів DO 16	1	
HL1-HL5	Арматура сигнальна NXD-212 червона 24V DC	5	
HL6-HL9	Арматура сигнальна NXD-212 зелена 24V DC	4	



КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
Розробка системи автоматизації похилого дифузійного апарату			
Зм.	Арк.	№докум	Підпис
Розробив	Остапенко		
Керівник	Зігунов		
Зав. каф.		Смітюх	
Секр. ЕК		Крупська	
Лім.		Маса	Масштаб
Арк. 2		Аркушів 3	
Схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК			НУХТ зр. ЗАВ-3-1



					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА		
					Розробка системи автоматизації похилого дифузійного апарату		
					Монтажне креслення та габаритні розміри витратоміра РЕМ-1000		
Зм.	Арк.	№докум	Підпис	Дата	Лім.	Маса	Масштаб
Розробив		Остапенко					
Керівник		Зігунов					
					Арк. 3 Аркушів 3		
					НУХТ гр. ЗАВ-3-1		
Зав. каф.		Смітюх					
Секр. ЕК		Крупська					