

Міністерство освіти і науки України  
Шосткинський інститут  
Сумського державного університету  
Факультет денної форми навчання  
Кафедра системотехніки та інформаційних технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

Худолей Г.М.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20.... р

Бакалаврська робота на тему:  
«Система управління технологічною лінією  
виробництва безалкогольних напоїв»

Керівник роботи

Худолей Г.М.

Бакалаврант:  
студент групи СУ-71Ш

Прима Д.В.

Шостка – 2021 р.

## РЕФЕРАТ

Прима Данііл. Система управління технологічною лінією виробництва безалкогольних напоїв. Дипломний проект. Шосткинський інститут Сумського державного університету, Шостка, 2021 р.

Дипломний проект містить 71 аркуш пояснювальної записки, 48 ілюстрацій, 21 таблиця, 24 джерел інформації; конструкторську документацію, що містить 2 креслення.

Робота присвячена розробці системи управління лінією виробництва безалкогольних напоїв на базі сучасної мікропроцесорної техніки, яка дозволяє підвищити ефективність виробництва за рахунок збільшення обсягу продукції, що випускається, підвищення якості продукції. Проведено аналіз технологічного процесу, вибір засобів автоматизації, розроблений алгоритм роботи системи управління. Виконаний розрахунок регуляторів на технологічний та симетричний оптимум, виконаний розрахунок техніко-економічних показників. Розроблено функціональну схему управління лінією виробництва безалкогольних напоїв.

**Ключові слова:** система управління, технологічний процес, автоматизація, засоби автоматизації, канал управління, параметри контролю і управління.

## ABSTRACT

Prima Danil. Control system of the technological line for the production of soft drinks. Degree project. Shostka Institute of Sumy State University, Shostka, 2021

The diploma project contains 71 sheets of explanatory note, 48 illustrations, 21 tables, 24 sources of information; design documentation containing 2 drawings.

The work is devoted to the development of a control system for the production line of soft drinks based on modern microprocessor technology, which allows to increase production efficiency by increasing the volume of products, improving product quality. The analysis of technological process, a choice of means of automation is carried out, the algorithm of work of control system is developed. The calculation of regulators for technological and symmetrical optimum is performed, the calculation of technical and economic indicators is performed. The functional scheme of control of the line of production of soft drinks is developed.

Keywords: control system, technological process, automation, means of automation, control channel, control and management parameters.

## ЗМІСТ

Список скорочень і позначень.....	3
Вступ.....	4
1.Конструктивно-технологічний аналіз об'єкта управління.....	5
2.Вибір каналів управління, сигналізації та блокування.....	14
3.Вибір засобів автоматизації.....	21
4.Розробка алгоритмів управління.....	53
5.Експериментально-розрахункова частина.....	59
Висновки.....	69
Список літератури.....	70

## **СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І ПОЗНАЧЕНЬ**

АСУТП - Автоматизована система управління технологічним процесом

ПЧ - перетворювач частоти

ПК - персональний комп'ютер

ТП – технологічний процес

ОУ - об'єкт управління

ОР – об'єкт регулювання.

ПЛК - програмований логічний контролер

## ВСТУП

Безалкогольний напій - питна вода, яка не містить алкоголю. Залежно від призначення, використовуваної сировини і технології виготовляють природні мінеральні води (столові і лікувальні); фруктові води, що містять соки і екстракти рослинної сировини; напої на ароматизаторах, вітамінізовані та тонізуючі; штучно мінералізовані води, а також сухі шипучі і нешипучі напої.

За ступенем насичення діоксидом вуглецю, що характеризується його масовою часткою в %, напої підрозділяються на типи: сильно газовані - більше 0,4%; середньо газовані - 0,3 ... 0,4%; слабо газовані - 0,2 ... 0,1% і негазовані. За способом обробки розрізняють напої непастеризовані або пастеризовані, з додаванням консервантів або без них, холодного і гарячого фасування.

На сьогоднішній день, виробництво безалкогольних напоїв займає невід'ємну частину харчової промисловості України. Розвиток ринку безалкогольних напоїв за якісними характеристиками відповідає світовим тенденціям. В цілому обсяг виробництва, і споживання безалкогольних напоїв в країні знаходиться на високому рівні.

Асортимент і обсяги виробництва безалкогольних напоїв в останні роки значно зросли. Споживачам пропонуються сотні найменувань різних видів продукції. У зв'язку з цим перед компаніями стає актуальною задача досягнення успіху в конкуренції за рахунок підвищення якості товарів. Щоб завоювати довіру споживачів підприємства повинні забезпечити об'єктивний і достовірний контроль якості напоїв.

Виробництво безалкогольних напоїв часто відбувається на базі застарілого обладнання і технології управління. Часто відокремлені рішення, не пов'язані між собою, заважають скрізній інтеграції окремих виробничих ділянок. Буває, що для різних виробничих процесів використовуються SCADA-системи або системи управління від різних виробників. У таких випадках порушується комунікація між процесами і ділянками, це призводить до інформаційних втрат. Реальна прозорість процесів може бути гарантована тільки за умови єдиного автоматизованого обліку даних.

Мета модернізації підприємства з виробництва безалкогольних напоїв - зниження виробничих трудовитрат і поліпшення якості готового продукту.

Завданням цього проекту є рішення кола питань пов'язаних з модернізацією існуючої системи управління. Робота виконується на підставі завдання кафедри системотехніки та інформаційних технологій Шосткинського інституту СумДУ.

# 1. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ

## 1.1 Опис технологічного процесу

Кількість [5] і співвідношення складових частин напоїв визначаються чинними рецептурами. Смакові й ароматичні властивості напоїв повинні відповідати характерними ознаками, властивим вихідній сировині, колір - еталону кольоровості, встановленому для кожного напою. Напої повинні бути прозорими, наявність в них будь-яких зважених часток, осаду, каламуті або опала не допускається.

Вміст вуглекислоти в напоях не повинно бути нижче 0,4% по масі. Гарне насичення вуглекислотою визначається видимим, досить інтенсивним і тривалим виділенням бульбашок газу при наливанні напою в стакан. Зміст сухих речовин (щільність) залежить від характеру напою і коливається від 7,5 до 11,1% (по сахарометра).

Сировина і матеріали, що застосовуються у виробництві безалкогольних напоїв, сиропів і сухих напоїв, повинні відповідати вимогам діючих стандартів і технічних умов.

Приготування безалкогольних напоїв складається з наступних стадій:

- кондиціонування води;
- приготування цукрового і інвертного сиропів;
- отримання колеру;
- приготування купажних сиропів;
- фільтрація та охолодження купажних сиропів;
- фасування і зберігання безалкогольних напоїв.

Лінія починається з комплексу устаткування для обробки води (дефферезатори, пісочні та керамічні фільтри, бактерицидні установки і ультрафільтраційні апарати). Наступним йде комплекс обладнання для приготування цукрового і купажного сиропів, що складається з системи сироповарочних апаратів, насосів, теплообмінників, сироповарочної станції та колероварочного апарату.

Далі слідує комплекс обладнання для приготування купажних сиропів, що складається з купажних апаратів, фільтр-пресів та теплообмінників.

Завершальним є комплекс обладнання для фасування.

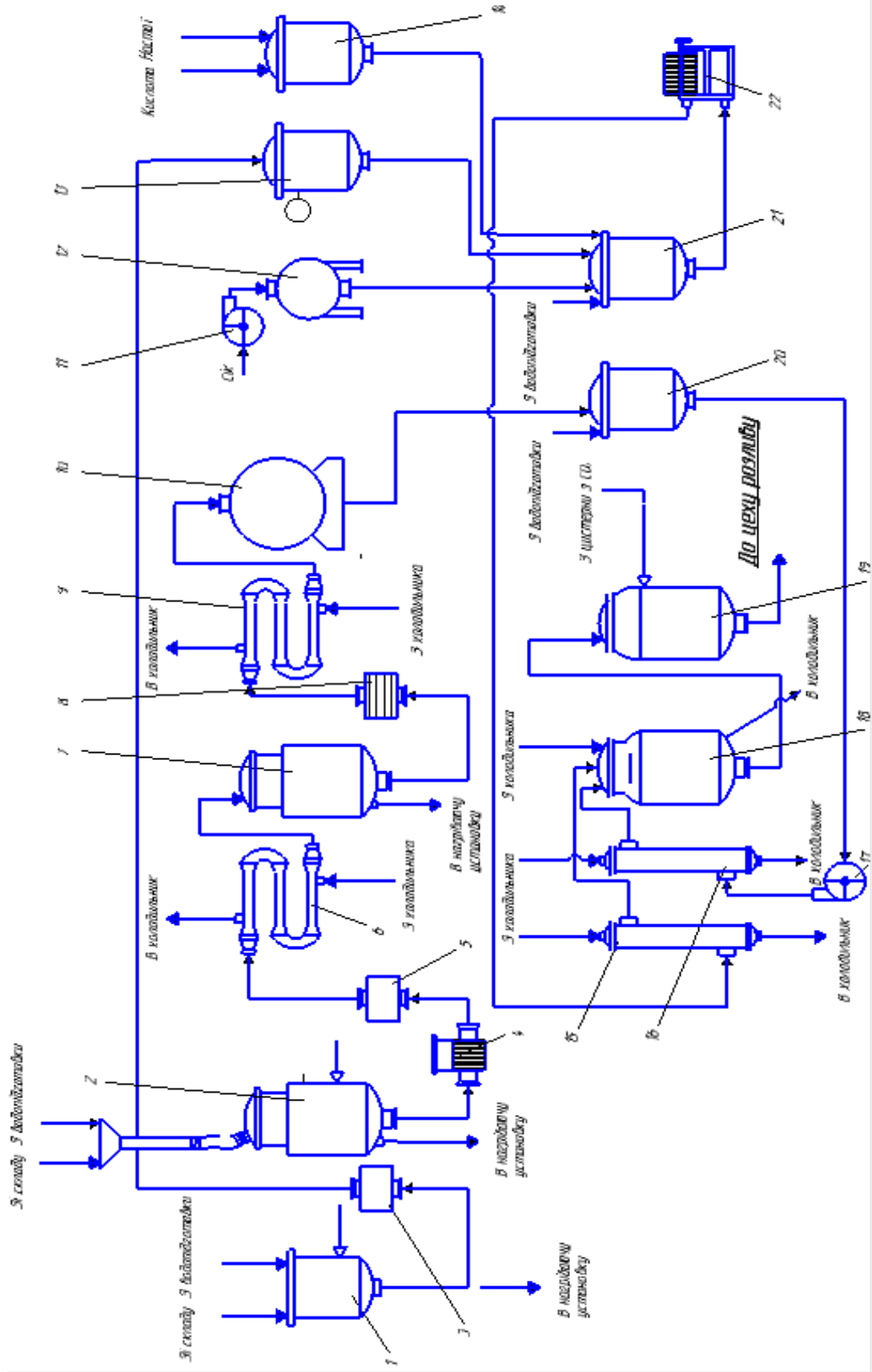


Рисунок 1.1 – Схема виробництва газованих напоїв

1- колерований апарат; 2,7 - сироповарний реактор; 3,5,11,17 – насос; 4,8 – фільтр пастка; 6,9,15,16 – теплообмінник; 10, 12, 13, 14, 18 – збірник; 19 - сагураційна установка; 20, 21 - апарат з мішалкою; 22 – фільтр-прес.



## **1.2 Пристрій і принцип дії лінії**

Цукор [6] надходить в сироповарний реактор 2. Крім цукру в реактор наливають воду в кількості 40% до маси цукру і кип'ятять протягом 20 - 25 хв. Готовий цукровий сироп через фільтр-пастку 4 насосом 5 подають на охолодження в теплообмінник 6.

Цукровий сироп, охолоджений до 70 °С, направляють в сироповарний апарат 7 для інверсії в цілях запобігання кристалізації сахарози і додання цукровому сиропу м'якого і приємного смаку. Інвертований цукровий сироп після пастки 8 охолоджується в теплообміннику 9 до 25 °С і надходить в нержавіючий збірник 10.

При необхідності сік насосом 11 перекачують у збірник 12, встановлений на передкупажному майданчику.

Для розчинення лимонної кислоти і есенції, а також для приготування різних домішок на передкупажному майданчику знаходиться збірник 14.

Колер, який використовується для фарбування напоїв, готують шляхом нагрівання цукру до 180 - 200 °С в колероварному апараті 1, куди наливають воду в кількості 1-3% до маси цукру, звідки насосом 3 його подають в збірник 13.

Купаж безалкогольних напоїв готується в вертикальному апараті з мішалкою 21. Всі компоненти купажу надходять в апарат самопливом зі збірників, змонтованих на передкупажному майданчику.

Купаж фільтрується на фільтрі 22. Потім охолоджується в теплообміннику 15 до температури 8-10 °С надходить в наповнити збірник 18 з охолоджуючими сорочками, розташованими на майданчику в розливному відділенні. Інвертований цукровий сироп з вертикального апарату з мішалкою 20 насосом 17 подається в теплообмінник 16, де піддається охолодженню до 8-10 °С і надходить в наповнити збірник 18, де охолоджується до 3°С. Звідти готовий купаж самопливом надходить на безперервно діючу сатураційного установку 19 для змішування купажу з водою і насичення напою діоксидом вуглецю, далі готовий напій надходить на розлив.

## **1.3 Схема інформаційно-матеріальних потоків**

На підставі технологічного процесу виробництва безалкогольних напоїв складемо схему руху матеріальних потоків. Схема руху матеріальних потоків представлена на рисунку 1.2.



Для плавного протікання ТП виготовлення безалкогольних напоїв необхідно на основі схеми руху матеріальних потоків обрати параметри для контролю, управління і сигналізації. Обрані дані представлені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Перелік параметрів

№	Найменування параметру, місце відбору вимірального імпульсу	Задане значення параметру	Відображення інформації					Найменування керуючого впливу, місце встановлення керуючого органу	Характеристики середовища			
			Показання	Реєстрація	Похибка	Сигналізація	Регулювання		Датчики в	КО	Агресивне	Пожежо і
1	Температура в котлі колеру	130°C	+	+	±5%	+	+	Зміна витрати пару в теплообмінник	-	-	-	-
2	Температура в сироповарному апараті	100 °C	+	+	±5%	+	+	Зміна витрати пару в теплообмінник	-	-	-	-
3	Температура в теплообміннику	70 °C	+	+	±5%	-	+	Зміна витрати холодної води в теплообміннику	-	-	-	-

## Продовження до таблиці 1.1

4	Температура в сироповарному апараті	100 °С	+	+	±5%	+	+	Зміна витрати пару в теплообмінник	-	-	-	-
5	Температура в теплообміннику	25 °С	+	+	±5%	-	+	Зміна витрати холодної води в теплообміннику	-	-	-	-
6	Температура в теплообміннику	9 °С	+	+	±5%	-	+	Зміна витрати холодної води в теплообміннику	-	-	-	-
7	Температура в теплообміннику	9 °С	+	+	±5%	-	+	Зміна витрати холодної води в теплообміннику	-	-	-	-
8	Температура в теплообміннику	3 °С	+	+	±5%	-	+	Зміна витрати холодної води в теплообміннику	-	-	-	-
9	Тиск в сатураторі	5кгс/см <sup>2</sup>	+	+	±5%	+	+	Зміна витрати CO <sub>2</sub>	-	-	-	-

## Продовження до таблиці 1.1

10	Витрата цукру в котлі колеру	150кг/год д	+	+	±5%	-	+	Переміщення виконавчого механізму	-	-	-	-
11	Витрата води в котлі колеру	100л/год	+	+	±5%	-	+	Переміщення виконавчого механізму	-	-	-	-
12	Витрата цукру в сироповарному апараті		+	+	±5%	-	+	Переміщення виконавчого механізму	-	-	-	-
13	Витрата води в сироповарному апараті	100л/год	+	+	±5%	-	+	Переміщення виконавчого механізму	-	-	-	-
14	Витрата соку в ємності	20л/год	+	+	±5%	-	+	Переміщення виконавчого механізму	-	-	-	-
15	Витрата настоїв в сбірнику	15л/год	+	+	±5%	-	+	Переміщення виконавчого механізму	-	-	-	-
16	Витрата лимонної кислоти в сбірнику	10л/год	+	+	±5%	-	+	Переміщення виконавчого механізму	-	-	-	-
17	Витрата CO <sub>2</sub> на сатуроторі	5м <sup>3</sup> /год	+	+	±5%	-	+	Переміщення виконавчого механізму	-	-	-	-
18	Витрата води в апараті з мішалкою	100л/год	+	+	±5%	-	+	Переміщення виконавчого механізму	-	-	-	-

## Продовження до таблиці 1.1

19	Витрата води в апараті з мішалкою	100л/год	+	+	±5%	-	+	Переміщення виконавчого механізму	-	-	-	-
20	Рівень в колеварному котлі	1.5м	+	+	±5%	+	+		-	-	-	-
21	Рівень в сироповарном у котлі	1.5м	+	+	±5%	+	+		-	-	-	-
22	Рівень в сироповарном у котлі	1.5м	+	+	±5%	+	+		-	-	-	-
23	Рівень в ємності з інвертованим сиропом	1.5м	+	+	±5%	+	+		-	-	-	-
24	Рівень в ємності з соком	1.5м	+	+	±5%	-	+		-	-	-	-
25	Рівень ємності з колером	1.5м	+	+	±5%	-	+		-	-	-	-
26	Рівень в збірнику	1.5м	+	+	±5%	+	+		-	-	-	-
27	Рівень в апараті з мішалкою	1.5м	+	+	±5%	+	+		-	-	-	-
28	Рівень в апараті з мішалкою	1.5м	+	+	±5%	+	+		-	-	-	-

Продовження до таблиці 1.1

29	Рівень в сатураторі	1.5м	+	+	±5%	+	+		-	-	-	-
30	Рівень в сбірнику	1.5м	+	+	±5%	+	+		-	-	-	-

## 2 ВИБІР КАНАЛІВ УПРАВЛІННЯ, СИГНАЛІЗАЦІЇ ТА БЛОКУВАННЯ

Виконавши конструктивно-технологічний аналіз ТП та створивши таблицю інформаційно-матеріальних потоків була виконана робота з вибору каналів управління та контролю.

### 2.1 Температура в котлі виготовлення колеру

Температура в котлі виготовлення колеру – один з вагомих параметрів ТП, який впливає на якість виготовленої продукції. Для вимірювання температури використовується датчик температури ТЕ. Регулювання значення температури відбувається зміною витрати пару в теплообміннику. Сигналізація аварійних ситуацій здійснюється лампою НЛ і дзвінком НА

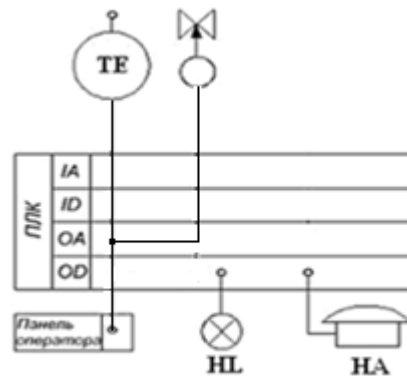


Рисунок 2.1 - Схема контролю температури в котлі виготовлення колеру

### 2.2 Температура в сироповарному апараті

Температура в сироповарному апараті – один з вагомих параметрів ТП, який впливає на якість виготовленої продукції. Для вимірювання температури використовується датчик температури ТЕ. Регулювання значення температури відбувається зміною витрати пару в теплообміннику. Сигналізація аварійних ситуацій здійснюється лампою НЛ і дзвінком НА



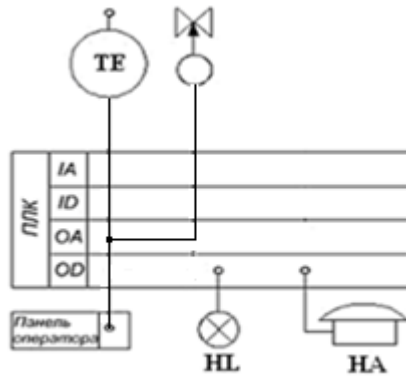


Рисунок 2.2 - Схема контролю температури в сироповарному котлі

### 2.3 Температура в апараті інвертованого сиропу

Температура в апараті інвертованого сиропу – один з вагомих параметрів ТП, який впливає на якість виготовленої продукції. Для вимірювання температури використовується датчик температури ТЕ. Регулювання значення температури відбувається зміною витрати пару в теплообміннику. Сигналізація аварійних ситуацій здійснюється лампою HL і дзвінком HA

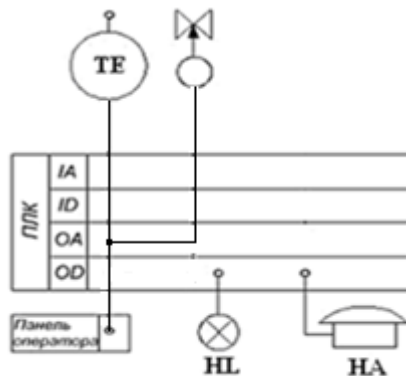


Рисунок 2.3 - Схема контролю температури в апараті інвертованого сиропу

### 2.4 Температура в наповнюючому сбірнику

Температура в наповнюючому сбірнику – один з вагомих параметрів ТП, який впливає на якість виготовленої продукції. Для вимірювання температури використовується датчик температури ТЕ. Регулювання значення температури відбувається зміною витрати хладогенту в теплообміннику. Сигналізація аварійних ситуацій здійснюється лампою HL і дзвінком HA

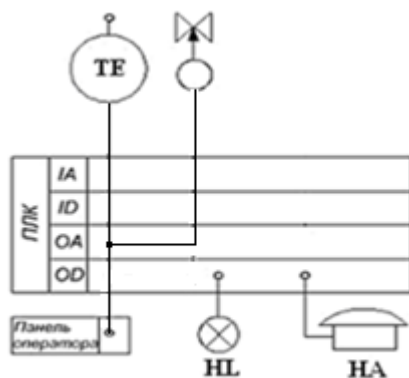


Рисунок 2.4 - Схема контролю температури в наповнюючому сбірнику

## 2.5 Витрата води в котлі виготовлення колеру

Витрата води в котлі виготовлення колеру - один з вагомих параметрів ТП, який впливає на якість виготовленої продукції. Для контролю витрати застосовується витратомір FT. Регулювання витрати відбувається зміною подачі води в котел. Сигналізація аварійних ситуацій здійснюється лампою HL і дзвінком HA

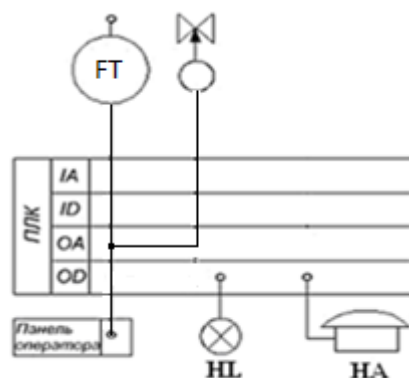


Рисунок 2.5 - Схема контролю витрати води в котлі виготовлення колеру

## 2.6 Витрата цукру в котлі виготовлення колеру

Витрата цукру в котлі виготовлення колеру - один з вагомих параметрів ТП, який впливає на якість виготовленої продукції. Для контролю витрати застосовується витратомір FT. Регулювання витрати відбувається зміною подачі цукру в котел. Сигналізація аварійних ситуацій здійснюється лампою HL і дзвінком HA

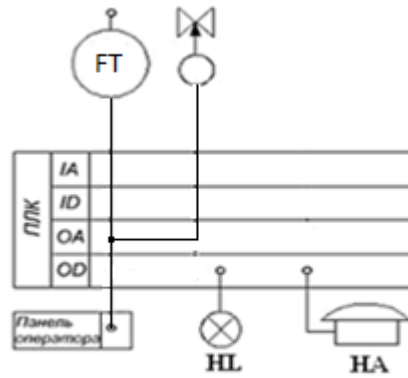


Рисунок 2.6 - Схема контролю витрати цукру в котлі виготовлення колеру

## 2.7 Витрата води в котлі виготовлення сиропу

Витрата води в котлі виготовлення сиропу - один з вагомих параметрів ТП, який впливає на якість виготовленої продукції. Для контролю витрати застосовується витратомір FT. Регулювання витрати відбувається зміною подачі води в котел. Сигналізація аварійних ситуацій здійснюється лампою HL і дзвінком HA

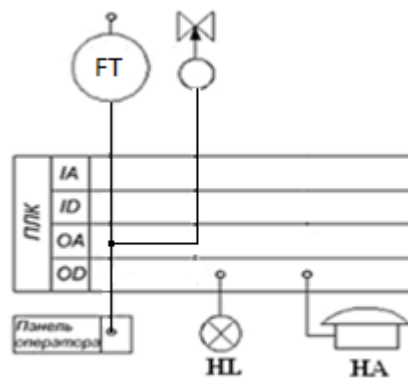


Рисунок 2.7 - Схема контролю витрати води в котлі виготовлення сиропу

## 2.8 Витрата цукру в котлі виготовлення сиропу

Витрата цукру в котлі виготовлення сиропу - один з вагомих параметрів ТП, який впливає на якість виготовленої продукції. Для контролю витрати застосовується витратомір FT. Регулювання витрати відбувається зміною подачі води в котел. Сигналізація аварійних ситуацій здійснюється лампою HL і дзвінком HA

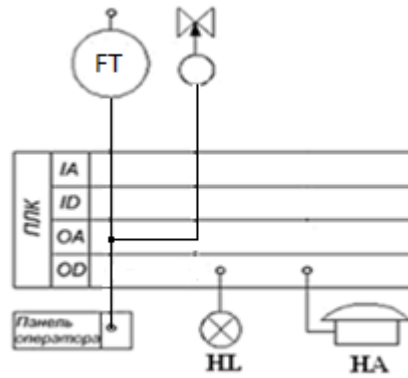


Рисунок 2.8 - Схема контролю витрати цукру в котлі виготовлення сиропу

### 2.9 Витрата соку в ємності з соком

Витрата соку в ємності з соком - один з вагомих параметрів ТП, який впливає на якість виготовленої продукції. Для контролю витрати застосовується витратомір FT. Регулювання витрати відбувається зміною подачі соку в ємність. Сигналізація аварійних ситуацій здійснюється лампою HL і дзвінком HA

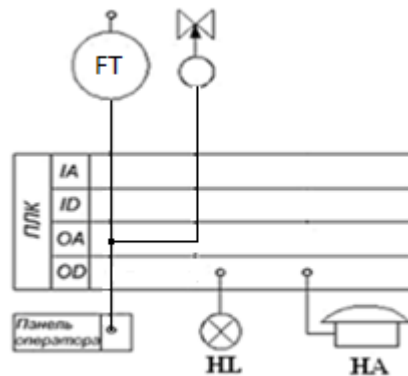


Рисунок 2.9 - Схема контролю витрати соку в ємності з соком

### 2.10 Витрата лимонної кислоти в сбірнику

Витрата лимонної кислоти в сбірнику - один з вагомих параметрів ТП, який впливає на якість виготовленої продукції. Для контролю витрати застосовується витратомір FT. Регулювання витрати відбувається зміною подачі лимонної кислоти в сбірник. Сигналізація аварійних ситуацій здійснюється лампою HL і дзвінком HA.

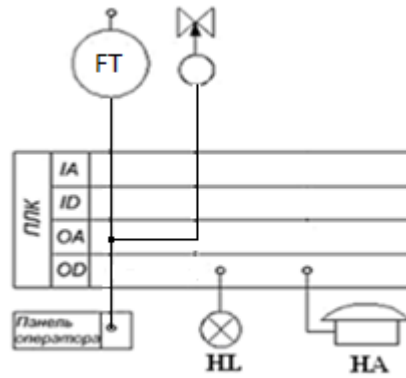


Рисунок 2.10 - Схема контролю витрати лимонної кислоти в сбірнику

### 2.11 Витрата настоїв в сбірнику

Витрата настоїв в сбірнику - один з вагомих параметрів ТП, який впливає на якість виготовленої продукції. Для контролю витрати застосовується витратомір FT. Регулювання витрати відбувається зміною подачі настоїв в сбірник. Сигналізація аварійних ситуацій здійснюється лампою HL і дзвінком HA

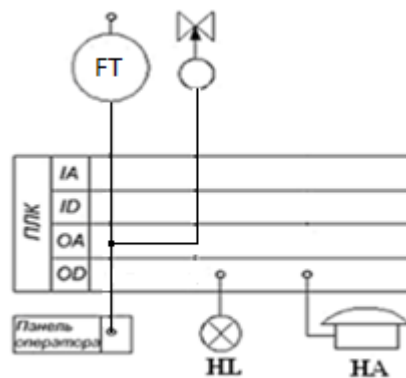


Рисунок 2.11 - Схема контролю витрати настоїв в сбірнику

### 2.12 Витрата води в апараті з мішалкою

Витрата води в апараті з мішалкою - один з вагомих параметрів ТП, який впливає на якість виготовленої продукції. Для контролю витрати застосовується витратомір FT. Регулювання витрати відбувається зміною подачі води в котел. Сигналізація аварійних ситуацій здійснюється лампою HL і дзвінком HA

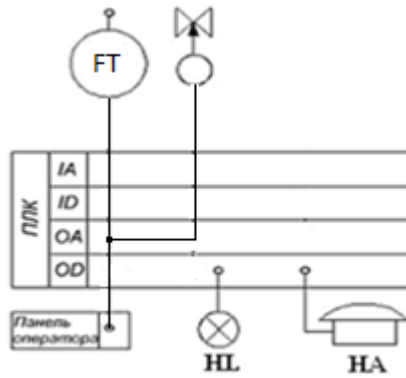


Рисунок 2.12 - Схема контролю витрати води в котлі виготовлення сиропу

### 2.13 Витрата CO<sub>2</sub> в сатуроторі

Витрата CO<sub>2</sub> в сатуроторі - один з вагомих параметрів ТП, який впливає на якість виготовленої продукції. Для контролю витрати застосовується витратомір FT. Регулювання витрати відбувається зміною подачі CO<sub>2</sub> в сатуротор. Сигналізація аварійних ситуацій здійснюється лампою HL і дзвінком HA

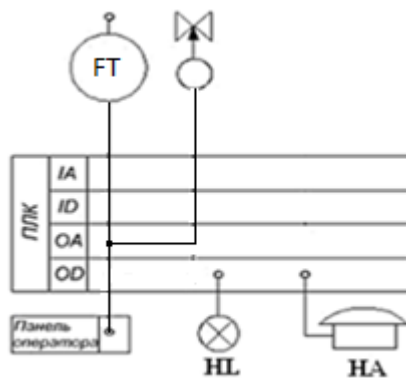


Рисунок 2.13 - Схема контролю витрати CO<sub>2</sub> в сатуроторі

### 3 ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

При виборі датчиків, контролюючих засобів виконуючих органів с дистанційним керування треба дотримуватися технічної грамотності. Процес виготовлення безалкогольних напоїв не є вибухонебезпечним, тому за основний критерій вибору приладів оберемо надійність в експлуатації, точність вимірювання та ціну.

#### 3.1 Вибір датчиків температури

Вимірювання температури відбуваються в котлі колеру, в сироповарних апаратах та в теплообмінниках. Так як умови цих процесів відносно схожі, можна обрати один датчик для всіх контурів.

Для даного ТП підходять:

а) ДТС134-50М.В3.60

Термоперетворювачі [7] застосовуються для безперервного вимірювання температур в різних галузях промисловості.

Термоперетворювачі (датчики температури) призначені для безперервного вимірювання температури різних робочих середовищ (наприклад, пар, газ, вода, сипучі матеріали, хімічні реагенти і т.п., а також поверхонь твердих тіл), неагресивних до матеріалу корпусу датчика.

Принцип дії заснований на властивості провідника змінювати електричний опір зі зміною температури навколишнього середовища.

Зовнішній вигляд датчика представлений на рисунку 3.1

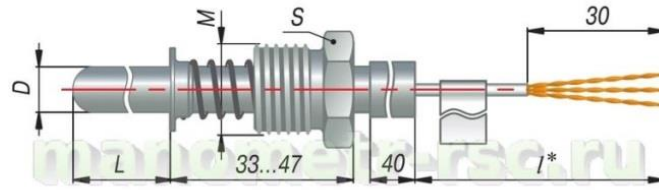


Рисунок 3.1 - Датчик температури ДТС134-50М.В3.60

Технічні характеристики датчика представлені у таблиці 3.



Таблиця 3.1 - Технічні характеристики ДТС134-50М.В3.60

Основні характеристики	
Виробник	ОВЕН
Серія	ДТСхх4
Найменування	Термоперетворювач
Група	Датчики
Технічні характеристики	
Вимірюєма величина	Температура
Клас допуску	В
Діапазон вимірювання	Від -50°C до +150 °C
Номінальна статична характеристика	50М
Кількість чутливих елементів	1 шт
Сенсор датчику	Ізольований
Вихідний сигнал	4-20 мА
Показник теплової енергії	До 10-30с
Електричні характеристики	
Тип електричного підключення	Кабель
Кількість контактів	3-пін
Іспитуєма напруга	До 100 В DC



Опір ізоляції	Від 100 МОм
Діаметр кабеля	8мм
Клас захисту	IP54
Умови експлуатації	
Максимальний робочий тиск	63 бар
Температура навколишнього середовища	Від -60С до 85С
Робоче середовище	Рідке, парове та газообразні середовища, сипучі матеріали, тверді тіла
Середній строк служби	Від 8 років

## б) ДТС015Л-50М.В2.120

Призначені [8] для температурних вимірювань твердих, рідких і газоподібних середовищ, неагресивних до захисної арматури і матеріалу чутливого елемента (ЧЕ) датчика. Зовнішній вигляд датчика представлений на рисунку 3.2.



Рисунок 3.2 – Датчик температури ДТС015Л-50М.В2.120

Технічні характеристики датчика представлені у таблиці 3.2

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики ДТС015Л-50М.В2.120

Основні характеристики	
Виробник	ОВЕН
Серія	ДТСxx5
Найменування	Термоперетворювач
Група	Датчики
Технічні характеристики	
Вимірюєма величина	Температура
Клас допуску	В
Діапазон вимірювання	Від -50°C до +180 °C
Номінальна статична характеристика	50М
Кількість чутливих елементів	1шт
Сенсор датчику	Ізольований
Вихідний сигнал	4-20 мА
Показник теплової енергії	До 10-30с
Електричні характеристики	
Тип електричного підключення	Кабель
Кількість контактів	2-пін
Іспитуєма напруга	До 100 В DC
Опір ізоляції	Від 100 МОм
Діаметр кабеля	До 10мм
Клас захисту	IP54
Умови експлуатації	
Максимальний робочій тиск	63 бар
Температура навколишнього середовища	Від -60С до 85С
Робоче середовище	Рідке, паро та газообразні середовища, сипучі матеріали, тверді тіла
Середній строк служби	Від 8 років

Порівнявши технічні характеристики наведених датчиків, можна зробити висновок, що їх параметри майже однакові, але так як ДТС134-50М.В3.60 трохи дешевший, вирішено обрати його.

### 3.2 Вибір витратомірів

#### а) IFM SV8150

На [9] сьогоднішній день вихрові витратоміри використовуються для вимірювання об'ємної витрати будь-яких рідких середовищ з в'язкістю не більше 2 сСт. Це обладнання впевнено і надійно працює в діапазонах температур від -40 °С до + 100 °С і при тиску до 12 бар.

Зовнішній вигляд витратоміру представлено на рисунку 3.3



Рисунок 3.3 - Витратомір IFM SV8150

Сфери застосування:

- хімічна промисловість;
- нафтогазовидобувна промисловість;
- нафтохімічна промисловість;
- водопостачання і водовідведення, житлово-комунальне господарство;
- харчова промисловість і виробництво безалкогольних напоїв;

Переваги:

- стабільність метрологічних характеристик пристрою, відсутність необхідності калібрування протягом всього терміну служби;
- простота і надійність перетворювача витрати;
- відсутність рухомих частин;
- великий діапазон вимірювань;

- лінійність вимірювального сигналу;
- відносно висока точність і стабільність свідчень;
- незалежність результатів вимірювань від параметрів середовища;
- здатність до самоочищення елементів проточної частини;
- порівняно невисока вартість.

Технічні характеристики витратоміра наведено у таблиці 3.3

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики IFM SV8150

Діапазон вимірювання	9...150 л/хв;
Аналоговий вихід	4...20 мА;
Нпруга живлення	8...33В DC;
Тиск в вимірювальному середовищі	до 12 бар

б) Електромагнітний витратомір Метран-370.

Витратомір електромагнітний Метран-370 [10] призначений для вимірювань об'ємної витрати електропровідних рідин, пульп, емульсій і т.п. Використовуються в системах автоматичного контролю і управління технологічними процесами в енергетиці, хімічній, харчовій, паперовій та інших галузях промисловості, а також в системах комерційного обліку рідин.

Зовнішній вигляд витратоміру представлено на рисунку 3.4



Рисунок 3.4 – Витратомір електромагнітний Метран-370

Основні переваги:

- Можливість застосування для вимірювання витрати агресивних середовищ;
- Широкий розмірний ряд;
- Висока точність вимірювань;
- Відсутність рухомих частин;
- Малі втрати тиску;
- Межі основної відносної похибки вимірювання витрати  $\pm 0,5\%$ ;
- Вихідні сигнали: 4-20 мА с HART-протоколом, частотно-імпульсний;
- Віддалений (до 300м) монтаж перетворювача;

Технічні характеристики витратоміру наведено у таблиці 3.4

Таблиця 3.4 – Технічні характеристики Метран-370

Вимірювані середовища	Електропровідні рідини з провідністю не менше 5 мкСм / см
Типорозмір	Від 15 до 200 мм
Температура вимірюваного середовища	Від -29 до 177 ° С
Тиск вимірюваного середовища	До 4 МПа
Похибка	0.50%
Динамічний діапазон	1:30
Вихідні сигнали	Струмний 4-20 мА з HART-протоколом; частотно-імпульсний 0-10000 Гц
Матеріал футеровки	Фторпласт Ф4
Матеріал електродів	Нержавіюча сталь 316L, нікелевий сплав 276

Після порівняння технічних характеристик двох вказаних вище датчиків, було обрано саме IFM SV8150, так як витратомір Метран-370 не підходить для виміру CO<sub>2</sub>.

#### в) C-LEVER

C-LEVER [11] вимірювач витрати сипучих матеріалів поточного типу, виробництва Німеччини. Основне призначення - вимірювання витрати / зважування будь-яких типів сипучих продуктів у додатках від завантаження в транспорт до змішування / перемішування продуктів, в діапазоні до 600 м<sup>3</sup> / год. Завдяки спеціальній технології, система отримує точність аж до 0,5%, навіть якщо частини продукту мають зовсім різні пропорції.

Висота конструкції у приладу невелика (у виконанні міні до 318 мм), пристрій не вимагає багато місця для установки і особливо кваліфікованого персоналу, що робить її економічно ефективною. Фланці можуть бути підібрані під будь-який тип з'єднання, також за запитом

доступні спеціальні варіанти з'єднань. За допомогою спеціальних вікон в конструкції можливий візуальний контроль над потоком.

Стандартний вихід приладу - 0 ... 20 мА. Однак, разом з приладом можна використовувати спеціальний контролер EVA HIGHEND як ядро промислової системи вимірювання з використанням всіх необхідних інтерфейсів. Є вибухозахищене виконання.

Зовнішній вигляд витратоміру представлено на рисунку 3.5



Рисунок 3.5- Витратомір C-LEVER

Переваги C-LEVER:

- Мінімальні вимоги для монтажу (+ компактна конструкція, проста установка);
- Придатність для широкого спектра сипучих матеріалів (включаючи високоабразивні);
- Висока точність (до 0,5%) навіть при різних типах вихідних конвеєрів (наприклад, шнековий + лопатевої, з пульсуючим потоком);
- Простота в обслуговуванні (не має рухомих частин, в конструкції є спеціальні вікна для візуального спостереження і швидкого очищення при зміні матеріалу);
- Метод вимірювання компенсує тертя і надає щадне вплив на продукт.

Типові завдання для C-LEVER:

- Контроль витрати і надходження сипучого продукту, сировини в різних галузях промисловості (змішування гранул на конвеєрному виробництві, і т.п.);
- Завантаження вантажного транспорту (з заміною ударних ваг, з використанням елеватора і т.п.)
- Дозування крейди, добавок (силоси, змішувачі, аддегіви);
- Використання в якості поточних ваг в харчовій промисловості;
- Регулювання подачі в топку ТЕЦ біомаси (підвищує продуктивність системи оптимізує подачу);

Технічні характеристики C-LEVER наведено у таблиці 3.5

Таблиця 3.5 - Технічні характеристики C-LEVER

Живлення	5...12В DC
Діапазон потоку	0,3...600 м <sup>3</sup> /ч
Робоча температура	-40...+75°С
Точність	0,5...2%
Рівень захисту	IP68
Вибухобезпечне виконання	Так

#### г) MICROFLOW

MICROFLOW - компактний витратомір [12] сипучих продуктів, що використовує мікрохвильову технологію. MICROFLOW оптимально підходить для металевих трубопроводів з гравіметричної або пневматичною подачею.

Зовнішній вигляд витратоміру представлено на рисунку 3.6





Рисунок 3.6 – Витратомір MICROFLOW

MICROFLOW- витратомір сипучих продуктів, що використовує мікрохвильовий принцип вимірювання і працює на частоті 24 ГГц. Прилад призначений для вимірювання кількості сипучого продукту в трубопроводах з пневматичної або гравіметричної подачею продукту. Датчик монтується на трубу поперек потоку продукту. Випромінюється сигнал відбивається від частинок проходить продукту. Спеціальний алгоритм формує вихідний сигнал пропорційно кількості частинок, що проходять через датчик.

Вимірювання практично не залежать від температури і тиску, а точність досягається на рівні від 2% до 5% в залежності від монтажу системи. Для кращої точності, зокрема для труб великого діаметра, можливо спільне використання декількох сенсорів з одним контролером.

Регулятор потоку оснащений дисплеєм і сучасним мікропроцесором, підтримуються сигнали 4-20 мА.

Переваги MICROFLOW:

- Метод вимірювання практично не залежить від температури і тиску (точність 2 ... 5%, + можлива організація системи з декількох сенсорів для підвищення точності);
- Функції запису часу холостого ходу і простою трубопроводу;
- Надійна робота в трубопроводах з гравіметричної / пневматичною подачею, що вимагає швидкого реагування на потік;
- Безпильний метод моніторингу;
- Проста установка на існуючі труби і перекалібровка;

Типові завдання для MICROFLOW:

- Витрати і надходження сипучого продукту, сировини в різних галузях промисловості (змішування гранул на конвеєрному виробництві, і т.п.);
- Контроль холостого ходу, простою (відсутності потоку);
- Безперервний моніторинг і сигналізація;
- Організація системи контролю за декількома різними потоками продукту (на основі master / slave);
- Металеві трубопроводи різного діаметру (пневматична, гравіметрична подача продукту);

Технічні характеристики MICROFLOW наведено у таблиці 3.6

Таблиця 3.6 - Технічні характеристики MICROFLOW

Живлення	20...30В DC
Робоча частота	24,125 ГГц
Робоча температура	-20...+60°C
Точність	2...5%
Температура всередині труби	20...+150°C
Тиск всередині труби	до 80 бар
Рівень захисту	IP65

Так, як точність C-LEVER вище ніж у MICROFLOW, то для виміру витрати цукру оберемо саме його.

### 3.3 Вибір датчика тиску

#### а) Датчик ОВЕН ПД100-ДІ-111

Датчики тиску ОВЕН ПД100-ДІ [13] з вимірювальної мембраною з нержавіючої сталі AISI 316L призначений для безперервного перетворення надлишкового тиску неагресивних до матеріалу датчика рідких і газоподібних середовищ в уніфікований сигнал 4 ... 20 мА постійного струму.

Зовнішній вигляд датчика представлено на рисунку 3.7

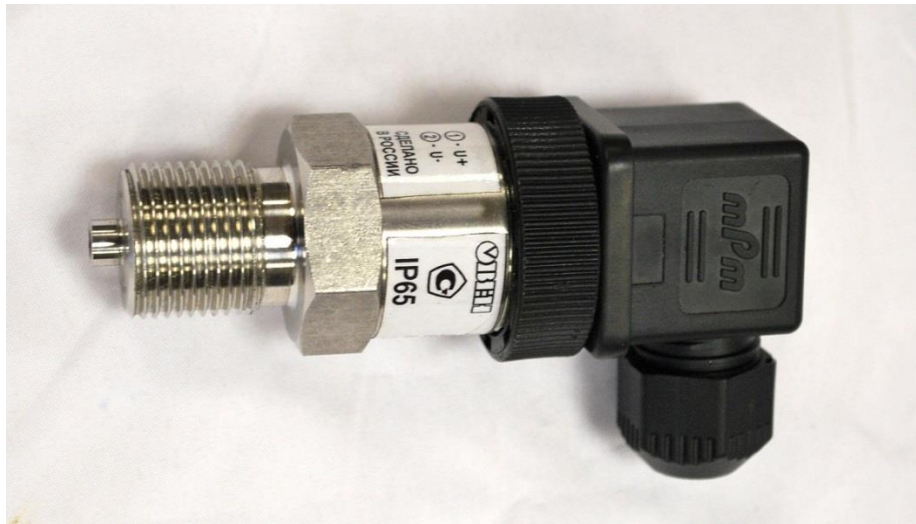


Рисунок 3.7 – Датчик тиску ОВЕН ПД100-ДІ-111

Датчики ОВЕН ПД100-ДІ призначені для безперервного перетворення надлишкового тиску хімічно неагресивних по відношенню до матеріалу датчика рідких або газоподібних середовищ в уніфікований сигнал 4 ... 20 мА постійного струму. Дані моделі датчиків стійкі до гідроударів.

Моделі оснащені сенсором з вимірювальної мембраною з нержавіючої сталі AISI 316L, що забезпечує високу точність вимірювань. Сенсор виконаний за технологією КНК і являє собою тензорезистивного міст, нанесений на монокристал кремнію методом дифузії. Матеріал штуцера - нержавіюча сталь AISI 304S. Електричний роз'єм датчиків відповідає стандарту EN175301-803 (DIN43650 A).

Моделі призначені для визначення надлишкового тиску контрольованого середовища і застосовуються в системах автоматичного управління і регулювання технологічних процесів в пневмо- і гідросистемах, системах холодного і гарячого водопостачання, тепlopостачання, автоматиці водоканалів, котельнь, теплових пунктів, об'єктів газового господарства і т.д.

Переваги лінійки ОВЕН ПД100:

- Датчики виконуються в корпусах з нержавіючої сталі і мають мінімальну кількість рознімних з'єднань, що забезпечує високу герметичність, пилезахищеності і захист від корозії;
- Перетворювачі тиску повністю відповідають найвищим вимогам по стійкості до впливу електромагнітних завад (ЕМС класу А);
- Корпус датчика тиску виконаний за класифікацією ступеня захисту IP65, що запобігає проникненню в них твердих предметів, води і пари;

- У мікропроцесорних датчиках тиску реалізована сучасна технологія цифрової компенсації для коригування «нуля» і діапазону вимірювання;
- Граничне значення перевантаження чутливого елемента до 200% від ВПИ;
- Малі габарити і вага датчиків лінійки ОВЕН ПД100 дозволяють встановлювати датчики безпосередньо на об'єкті в тому числі і в важкодоступних місцях;

Технічні характеристики датчика наведені у таблиці 3.7

Таблиця 3.7 - Технічні характеристики ОВЕН ПД100-ДІ-111

Рабоча среда	Хімічно нейтральні по відношенню до нержстали AISI 316L (AISI 304S) газу, пар и слабоагресивні рідини
Основная похибка	0,25; 0,5
Вихідний сигнал	4...20 мА
Верхня границя вимірювального тиску	16 кПа...40 МПа
Перегрузочна стійкість	не менш 200% ВПИ
Степінь захисту корпусу	IP65

#### б) САПФИР-22-ДИ-2110

Датчик надлишкового тиску Сапфір 2150 [14] використовують для безперебійного та безперервного вимірювання надлишкового тиску масла, повітря, води, кисню, газу та інших речовин і перетворення цієї величини в цифровий або аналоговий уніфікований сигнал постійного струму на виході.

Вигляд датчика представлено на рисунку 3.8



Рисунок 3.8 – Зовнішній вигляд датчику САПФИР-22-ДИ-2110

Технічні характеристики датчику представлені в таблиці 3.8

Таблиця 3.8 - Технічні характеристики САПФИР-22-ДИ-2110

Серія	ДІ
Тиск	0,25; 0,4; 0,6; 1; 1,6 кПа
Одиниці виміру	МПа, кПа, кгс/см <sup>2</sup> , бар
Вихідний сигнал	0-5; 4-20; 5-0; 20-4 мА
Матеріал мембрани	Вуглецева сталь, нержавіюча сталь
Похибка	0,5; 1,0 %
Конструкція	Фланцевий
Кліматичне виконання	У2; УХЛЗ.1; У1; ТЗ

Порівнявши обидва датчики, прийнято рішення обрати ОВЕН ПД100-ДІ-111, так як він має меншу похибку.

### 3.3 Вибір датчика рівня

#### а) ОВЕН ПДУ-И

Поплавкові магнітні рівнеміри ОВЕН ПДУ [15] - це пристрої, призначені для моніторингу поточного рівня рідини в резервуарі і перетворення виміряного значення в уніфікований вихідний сигнал 4 ... 20 мА постійного струму.

Рівнеміри можуть застосовуватися в системах контролю рівня рідини в різних резервуарах, в тому числі і що знаходяться під тиском. Робочим середовищем для датчиків цього типу є хімічно нейтральні і агресивні рідини, не виявляють корозійної активності до матеріалу датчика (нержавіючої сталі 12Х18Н10Т) і не утворюють летючих вибухонебезпечних з'єднань.

Зовнішній вигляд датчика представлено на рисунку 3.9



Рисунок 3.9 – Датчик рівня ОВЕН ПДУ-И

Принцип дії і особливості конструкції датчиків рівня ОВЕН ПДУ-И: поплавок з постійним магнітом переміщається разом з рівнем рідини по штоку, в якому знаходиться матриця герконів і опорів. Під впливом магнітного поля відбувається спрацьовування герконів, ланцюг працює за схемою трьохпровідний потенціометра. При зміні рівня рідини змінюється вихідний опір датчика, що перетворюється у вихідний сигнал 4 ... 20 мА, що прямо пропорційно рівню рідини.

Технічні характеристики датчика представлено в таблиці 3.9

Таблиця 3.9 – Технічні характеристики ОВЕН ПДУ-І

Довжина штока	від 250 мм до 4000 мм (кратність 250 мм)
Дискретність перетворення	5 або 10 мм.
Діапазон робочих температур вимірюваного середовища	-60 ... + 125 ° С.
Діапазон робочих тисків вимірюваного середовища	від вакууму до 1 МПа до 2 МПа
Щільність робочого середовища	$\geq 0,65$ г / см <sup>3</sup>

#### б) Поплавковий датчик рівня F6-HPS-11

Поплавкові датчики рівня F6-HPS-11 [16] використовуються для сигналізації граничного і проміжного рівнів різних продуктів. Це можуть бути хімічно агресивні рідини, стічні води, різні технологічні рідини, вода. Матеріал датчиків - поліпропілен. Датчики встановлюються в стінки ємностей за допомогою нарізного сполучення.

Зовнішній вигляд датчика представлено на рисунку 3.10





Рисунок 3.10 – Датчик рівня F6-HPS-11

Технічні характеристики датчика представлено у таблиці 3.10

Таблиця 3.10 - Технічні характеристики F6-HPS-11

Габарити	99x18
Вага	38 г
Монтаж	Горизонтальний
Температура контролюемого середовища	10...+80 °C
Вихідний сигнал	Дискретний
Принцип дії	Поплавковий
Максимальний тиск	8 бар

Порівнявши обрані датчики було обрано рішення обрати ОВЕН ПДУ-І, так як він краще підходить для даного ТП.

### 3.4 Вибір виконавчого механізму

#### а) Механізм пневматичний МПП-П-320

Механізм пневматичний МПП-П-320 [17] використовуються в якості приводів робочих органів запірно-регулюючих пристроїв в системах, що працюють в автоматичному або дистанційному режимі управління.

Зовнішній вигляд виконавчого механізму представлено на рисунку 3.11



Рисунок 3.11 - Механізм пневматичний МПП-П-320

Виконавчі механізми МПП можуть застосовуватися у всіх випадках, де потрібно автоматичне або напівавтоматичне управління засувками, затворами, клапанами, вентилями і іншими запірно-регулюючими пристроями, які керують потоками газоподібних, сипучих і рідких середовищ, що переміщуються трубопроводами.

Механізми пневматичні МПП-320 поршневого типу мають просту і надійну конструкцію, мають високий ККД, великими зусиллями і ходами при малих габаритах. Вони широко використовуються в нафтогазовій галузі, хімічній, зернопереробної, целюлозно-паперової, цукрової промисловості та ін.

Технічні характеристики виконавчого механізму наведені у таблиці 3.11

Таблиця 3.11 - Технічні характеристики МПІ-П-320

Тип	МПІ-320
Робоча середа	Стисле повітря
Умовний хід, <u>мм</u>	100, 200, 320, 400
Тиск живлення	от 0,4...1 МПа
Вхідний сигнал	0,02...0,1 МПа

б) Bürkert 2300

Тип 2300 - 2/2-ходовий регулюючий поршневий пневмоклапан серії ELEMENT [18]

Зовнішній вигляд пневмоклапану представлено на рисунку 3.12



Рисунок 3.12 - Поршневий пневмоклапан Bürkert 2300

Згідно з концепцією фірми Bürkert, використовуваної при розробці модульних регулюючих клапанів і сенсорної техніки, конструкція похилого клапана, тип 2300 задовольняє всім практичним вимогам, в тому числі і для складних умов експлуатації.

Максимальний термін служби і висока герметичність досягаються за рахунок використання перевіреного на практиці саморегульованого сальникового ущільнення.

Завдяки конічному запірному елементу параболічної форми досягається збільшення пропускної характеристики приблизно на 35% в порівнянні зі звичайними керуючими клапанами.

Тип 2300 поставляється у виконанні зі спеціальної сталі (ущільнення сталь / сталь) або з довговічним ущільненням з PTFE для герметичного замикання. Конструкція приводу дозволяє без праці вбудувати блоки автоматизації в усі варіанти комплектації - від цифрових електропневматичних позиційних регуляторів до регуляторів процесу.

Система, що складається з клапана та блоків автоматизації, характеризується високим ступенем інтеграції, компактністю і високу хімічну стійкість, має гладкі поверхні, вбудовані канали керуючого повітря і ступінь захисту IP65 / 67 / NEMA4X. Дана система призначена для надійного і точного управління різних середовищ, в тому числі з високою швидкістю потоку.

Переваги пневмоклапану:

- Чудова якість регулювання в поєднанні з високими показниками витрати
- Тривалий термін служби
- Блоки автоматизації легко поєднуються з пристроями серії ELEMENT
- Корпус з нержавіючої сталі з різьбовим, кламповим або звареним приєднанням
- Підходить для застосування на пар з надлишковим тиском 10 бар
- Порівнявши запропоновані клапани, було прийнято рішення обрати Bürkert 2300, так як він більш зручний у використанні.

### **3.5 Вибір перетворювача частоти**

Для керування двигунами мішалок необхідно обрати перетворювач частоти. Так як більшість обраних раніше датчиків була фірми ОВЕН, вибір пав на ОВЕН ПЧВ103-4К0-В.

Перетворювач частоти ПЧВ-103-4К0-В 4,0 кВт 380В ОВЕН [19] - це прилад, який управляє частотою обертання асинхронних двигунів, з метою значного розширення робочого діапазону управління, а також підвищити швидкодію. Також використовуючи перетворювач частоти можна скоротити споживання електроенергії приблизно на 5%.

Зовнішній вигляд перетворювача представлено на рисунку 3.13



Рисунок 3.13 - Перетворювач частоти ПЧВ-103-4К0-В

Технічні характеристики наведено у таблиці 3.12

Таблиця 3.12 - Технічні характеристики ПЧВ-103-4К0-В

Мережа живлення	3 фази, 380...480 В
Потужність	4.0 кВт
Вихідна частота	0...200 Гц(VC),0...400 (U/F)
Цифрові входи (імпульсні)	5 (1)
Аналогові входи	2 (1 U/I, 1 I)
Аналогові виходи	1 I
Релейні виходи	1 (240 В, 2 А)
Протокол RS-485	Modbus RTU
Вбудовані джерела живлення	10 В/15 мА, 24 В/130 мА
Діапазон робочих температур	0 ... 40 °С
Температура при зберіганні і транспортуванні	-20...+70 °С

### 3.6 Вибір контролера

Вибір контролера робиться враховуючи необхідну швидкість передачі, обсяг пам'яті, простоту використання, також беремо до уваги кількість аналогових та дискретних входів/виходів.

На основі проведеного аналізу ТП робимо підсумок необхідної кількості входів/виходів контролера (Див табл.3.13)

Таблиця 3.13 – Вимоги до портів контролера.

Порти	Кількість сигналів
Аналогові входні	20
Дискретні входні	11
Аналогові вихідні	18
Дискретні вихідні	3

Враховуючи кількість необхідних портів, а також віддаючи перевагу фірмі ОВЕН були розглянуті наступні контролери:

#### а) ОВЕН ПЛК154

ОВЕН ПЛК154 [20] - моноблочний програмований логічний контролер з дискретними і аналоговими входами / виходами. Здійснює вимірювання входних аналогових і дискретних сигналів, формує аналогові і цифрові сигнали. Призначений для побудови систем управління малими та середніми об'єктами автоматизації, а також створення систем диспетчеризації.

Зовнішній вигляд контролеру представлено на рисунку 3.14



Рисунок 3.14 – контролер ОВЕН ПЛК154

#### Преваги ОВЕН ПЛК154:

- Відсутність операційної системи, що підвищує надійність роботи контролера.
- Швидкість спрацьовування дискретних входів досягає 10 кГц (при використанні підмодулей лічильника).
- Підтримується робота з широким спектром аналогових датчиків, включаючи термопари.
- Незалежні один від одного інтерфейси на борту: Ethernet, послідовні порти, USB Device (для програмування пристрою).
- Розширений робочий діапазон температур навколишнього середовища: від -20 до +70 °С.
- Вбудована акумуляторна батарея, яка забезпечує резервне живлення для коректного збереження даних при раптовому зникненні напруги живлення. При роботі від батареї запускається алгоритм, що переводить вихідні елементи в «безпечний стан».
- Вбудований годинник реального часу, що працюють від батареї.
- Можлива робота з нестандартними протоколами обміну даними за допомогою одного з портів, що дає можливість підключати до контролера лічильники електрики, води і газу, зчитувачі штрих-кодів і т.п.

Технічні характеристики контролера наведено у таблиці 3.14

Таблиця 3.14 - Технічні характеристики ПЛК154

Два варіанти живлення:	
Змінний струм	(90-265) В, (47 ... 63) Гц
Постійний струм	(18-29) В
Споживана потужність	до 10 Вт
Дискретні входи	4
Дискретні виходи	4
Аналогові входи	4
Аналогові виходи	4
Вимірювальний сигнал	24 В
Тип сигналу	n-p-n та p-n-p
Дискретні виходи	P - реле

б) ОВЕН 160

Зовнішній вигляд контролера показано на рисунку 3.15



Рисунок 3.15 – контролер ПЛК 160



У контролері [21] закладені потужні обчислювальні ресурси при відсутності операційної системи:

- високопродуктивний процесор RISC архітектури ARM9, з частотою 180МГц компанії Atmel;
- великий обсяг оперативної пам'яті - 8МБ;
- великий обсяг постійної пам'яті - Flash пам'ять, 4МБ;
- обсяг енергонезалежної пам'яті, для зберігання значень змінних - до 16КБ.
- Широкі можливості самодіагностики контролера.
- Вбудований акумулятор, що дозволяє «перечікувати» пропая харчування - виконувати програму при пропажі живлення, і переводити вихідні елементи в «безпечний стан». Час «перечікування» налаштовується користувачем при створенні проекту.
- Вбудований годинник реального часу.
- Можливість створювати і зберігати архіви на Flash контролера.

Умови експлуатації:

- Розширений температурний робочий діапазон навколишнього повітря: від мінус 10 ° С до +50 ° С
- Закриті вибухобезпечні приміщення або шафи електроустаткування без агресивних парів і газів
- Верхня межа відносної вологості повітря - 80% при 25 ° С і більш низьких температурах без конденсації вологи
- Атмосферний тиск від 84 до 106,7 кПа.

Технічні характеристики контролеру наведено у таблиці 3.15

Таблиця 3.15 - Технічні характеристики ПЛК 160

Два варіанти живлення для кожного контролера:	
Змінний струм	90 - 265 В
Постійний струм	18 - 29 В
Споживана потужність	до 10 Вт
Дискретні входи	16
Дискретні виходи	12
Аналогові входи	8
Аналогові виходи	4
Вимірювальний сигнал	24В
Тип сигналу	n-p-n та p-n-p
Дискретні виходи типу	P - реле

Так як в данному ТП велика кількість параметрів, обираємо контролер з більшою кількістю входів/, в саме ОВЕН ПЛК 160.

Так, як його стандартних аналогових входів не вистачає, виникає необхідність використати два додатковий модуль вводу аналогових сигналів ОВЕН МВ110-8А.

Модуль призначені [22] для вимірювання аналогових сигналів вбудованими аналоговими входами, перетворення виміряних величин в значення фізичної величини і подальшої передачі цього значення по мережі RS-485.

Зовнішній вигляд модуля показано на рисунку 3.16



Рисунок 3.16 - Модуль ввода MB110-8A

Особенности:

- Індивідуальна конфігурація для кожного входу
- Діагностика стану підключених аналогових датчиків
- Автоматичне визначення протоколу
- Знімні клемники з невиспадаючими гвинтами
- Універсальне живлення (= 24 В або ~ 230 В)
- Оновлення програмно-апаратних засобів по RS-485
- Підтримка хмарного сервісу OwenCloud (при використанні мережного шлюзу ПМ210)

Технічна характеристика наведена у таблиці 3.16

Таблиця 3.16 - Технічні характеристики МВ110-8А

Кількість аналогових вводів	8 каналів аналогового введення
Типи вхідних сигналів	Уніфіковані сигнали струму (0-20 мА, 4-20 мА, 0-5 мА) і напруги (0-10 В)
Частота вимірів:	До 200 вибірок в секунду
Напруга живлення	~ 220 В або 24 В (в залежності від модифікації)
Вбудований джерело живлення датчиків	24 В, 180 мА (для модифікації зі змінним напругою живлення)

ПЛК 160, не вистачає аналогових виходів, тому необхідно встановити модуль аналогово виводу МУ110-6У.

МВ110-6У [23] призначений для перетворення цифрових сигналів, які передаються по мережі RS-485, в аналогові сигнали діапазоном від 0 до 10 В для управління виконавчими механізмами або для передачі сигналів приладів реєстрації та самописцям. Прилад внесений до Державного реєстру засобів вимірювальної техніки.

Зовнішній вигляд модулю представлено на рисунку 3.17



Рисунок 3.17 - Модуль аналогово виводу МУ110-6У

МУ110 працює в мережі RS-485 за протоколами ОВЕН, ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON.

МУ110 не є Майстром мережі, тому мережа RS-485 повинна мати Майстер мережі, наприклад, ПК із запущеною на ньому SCADA-системою, контролер або регулятор. Як майстри мережі можуть використовуватися контролери ОВЕН ПЛК і т.п.

До МУ110 надається безкоштовний OPC-драйвер і бібліотека стандарту WIN DLL, які рекомендується використовувати при підключенні приладу до SCADA-системам і контролерам інших виробників.

Конфігурація МУ110 здійснюється за допомогою ПК через адаптер інтерфейсу RS-485 / RS-232 або RS-485 / USB (наприклад, ОВЕН АС3-М або АС4, відповідно) за допомогою програми «Конфігуратор М110», що входить в комплект поставки.

Технічні характеристики модулю наведені у таблиці 3.17

Таблиця 3.17 - Технічні характеристики МУ110-6У

Кількість аналогових виводів	8 каналів аналогового виведення
Потужність	Не більше 6А
Кількість вихідних елементів	6
Тип вихідних елементів	0...10В
Основна приведена похибка	±5%
Напруга живлення	12...36В
Інтерфейс зв'язку	RS-485

### 3.7 Вибір блоку живлення

Для живлення модулів вводу/виводу та ПЛК необхідний блок живлення

Оберемо блок живлення ОВЕН БП60Б-Д4, [24] так як він повністю задовольняє наші потреби.

Зовнішній вигляд блоку представлено на рисунку



Рисунок 3.18 - Одноканальний блок живлення ОВЕН БП60Б-Д4

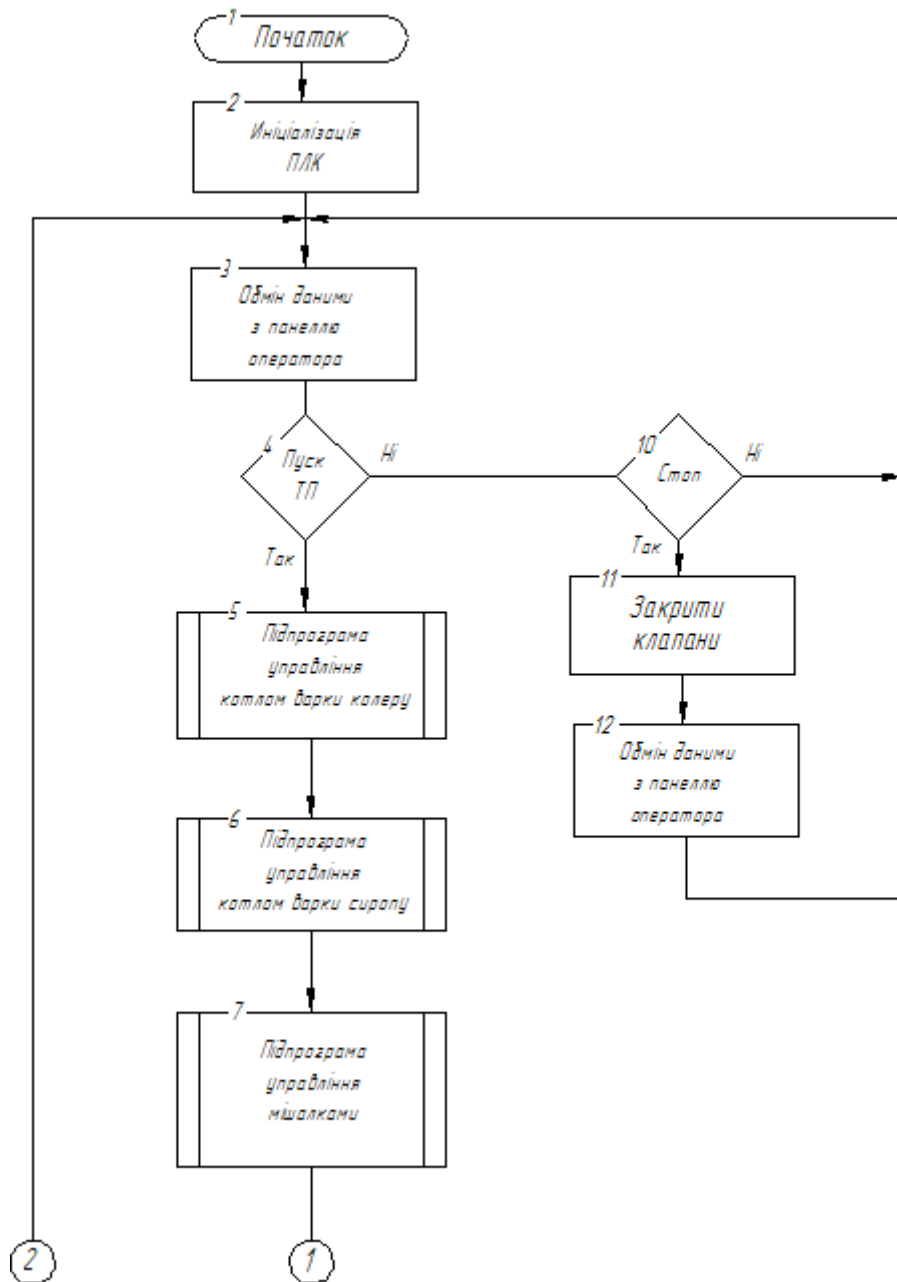
Технічні характеристики блоку наведені в таблиці 3.18

Таблиця 3.18 - Технічні характеристики ОВЕН БП60Б-Д4

Частота вхідної змінної напруги:	47...63 Гц
Поріг спрацьовування захисту по струму:	не більше 1,5 I <sub>max</sub>
Максимальна вихідна потужність:	60 Вт
Робочий діапазон температур:	-20...+50 °С
Рівень радіоперешкод	група С
Вихідна напруга:	24 ± 1 % В
Амплітуда пульсації вихідної напруги:	120Мв

#### 4 РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ УПРАВЛІННЯ

В загальному вигляді схема працює за алгоритмом наведеним на рисунку 4.1



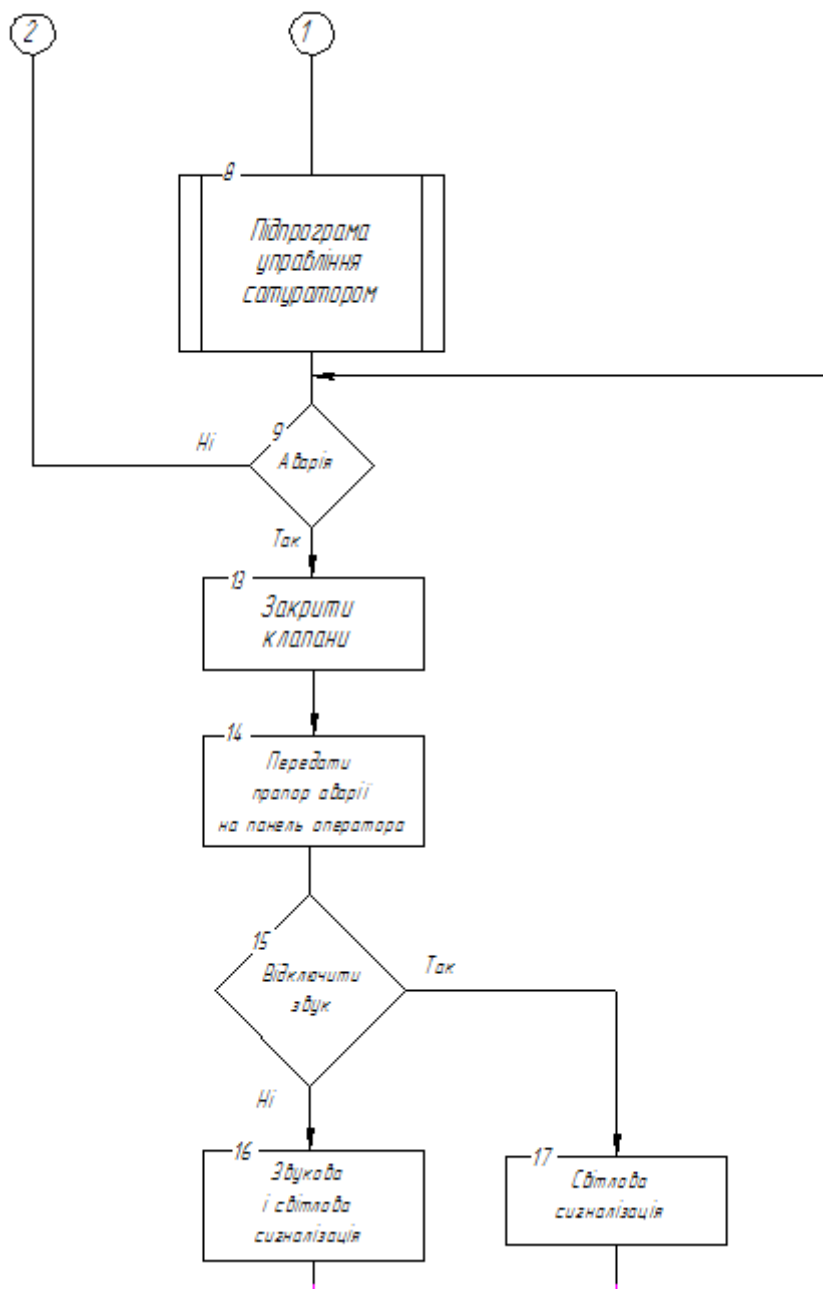


Рисунок 4.1 - Загальний алгоритм роботи системи

Алгоритми окремих підпрограм управління наведені на рисунках 4.2-4.5



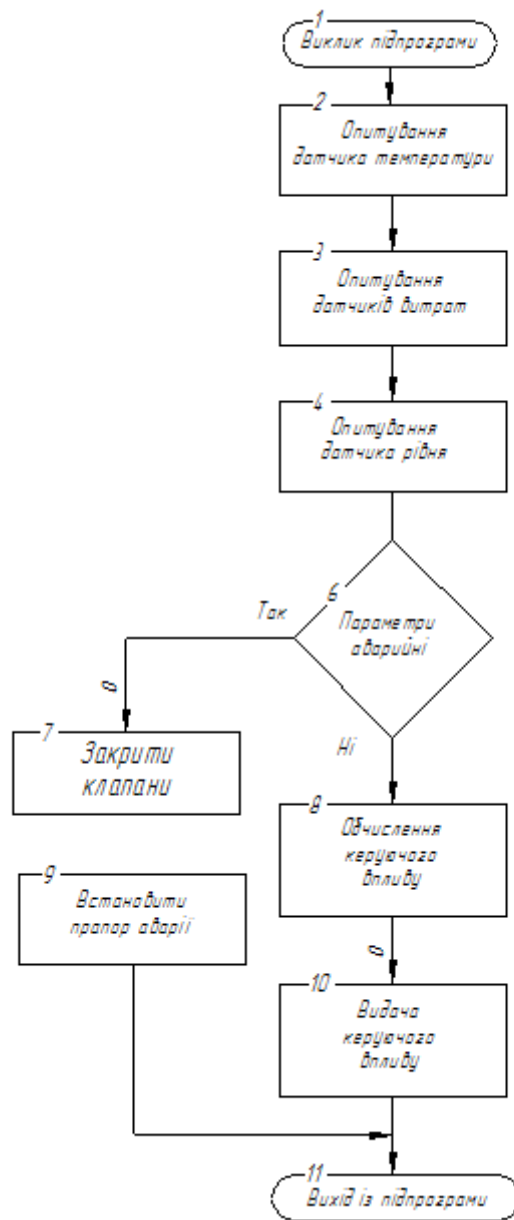


Рисунок 4.2 – Підпрограма управління котлом варки колеру

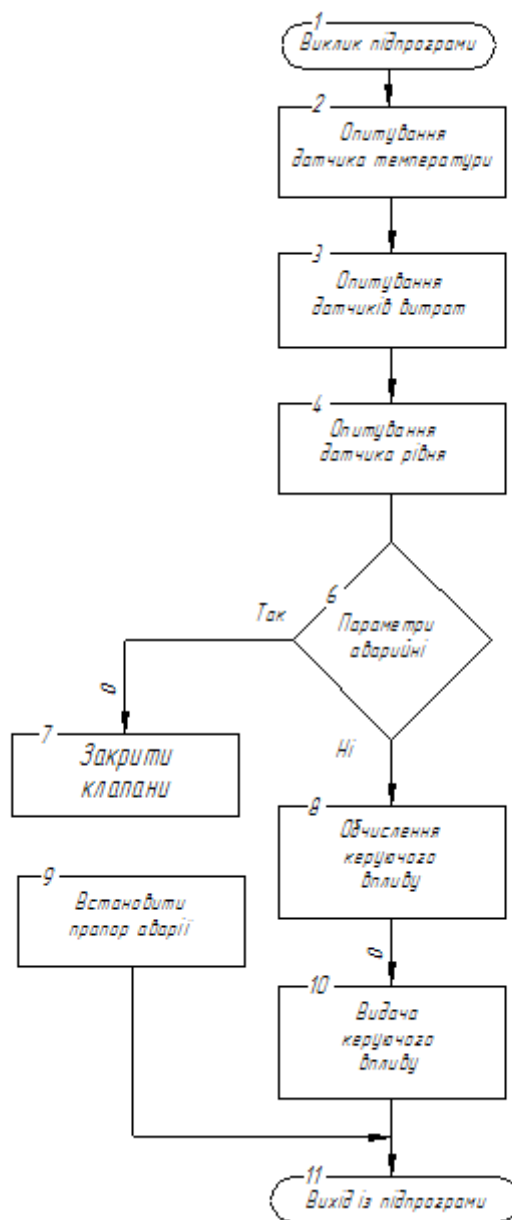


Рисунок 4.3 – Підпрограма управління котлом варки сиропу

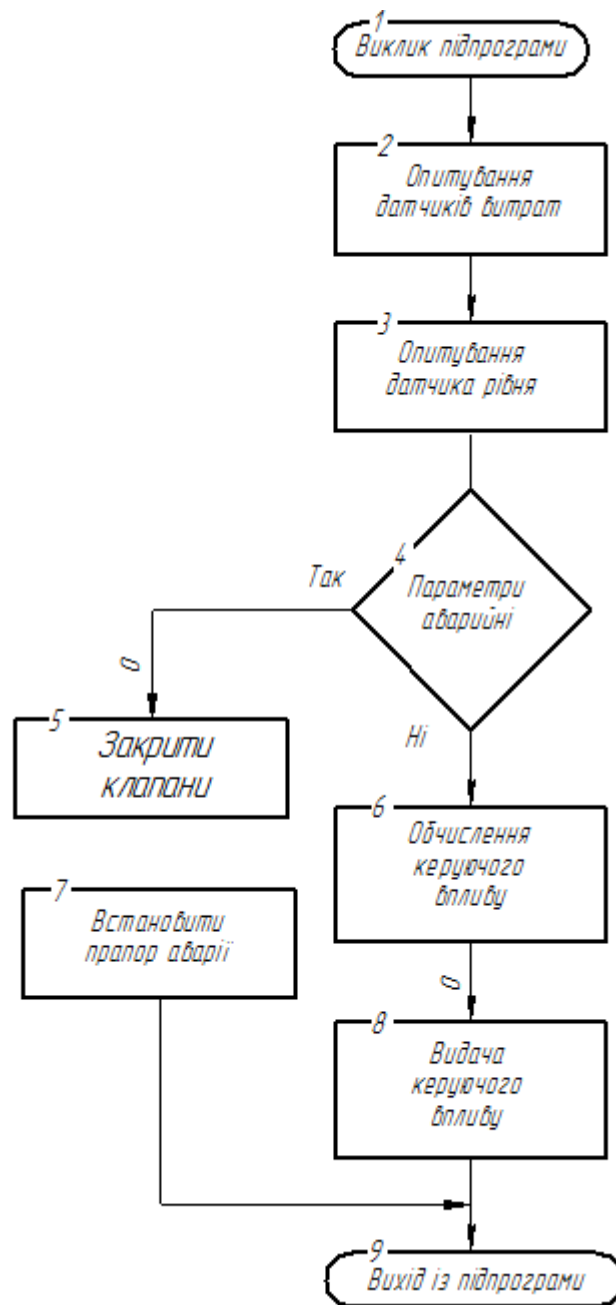


Рисунок 4.4 – Підпрограма управління ємностями з мішалкою

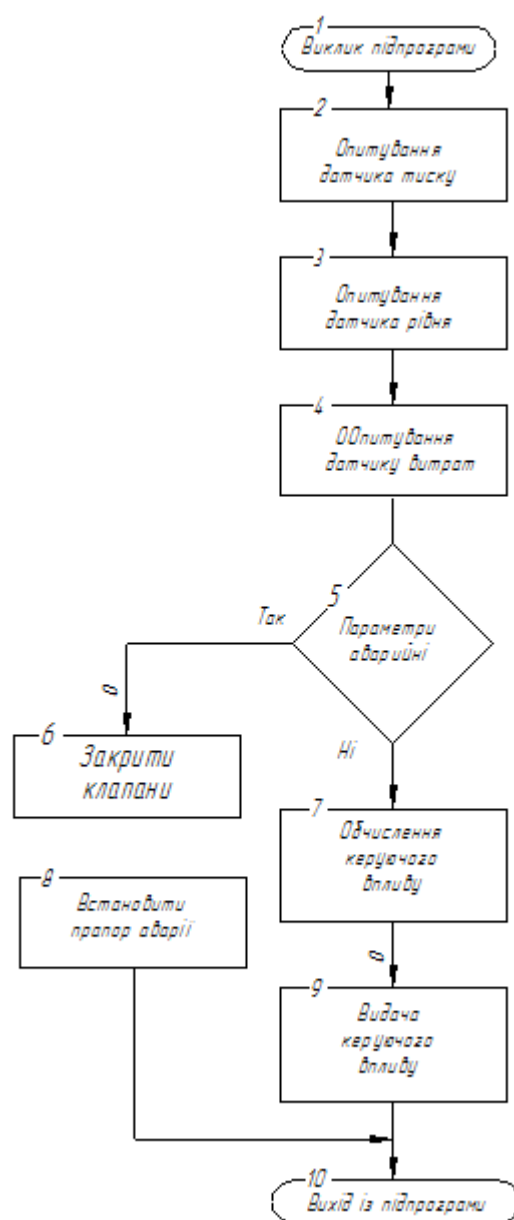


Рисунок 4.5 – Підпрограма управління сатуратором

## 5 ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНО-РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

Основним параметром, що визначає якість вихідного продукту, є температура в плавителі колеру. При температурі менше необхідної або вище необхідної, цукор та вода не розплавляться, як необхідно, що призведе до неякісного вихідного продукту. З цих причин, ми виконуємо синтез регулятора цього контуру час перехідного процесу  $tp \leq 1500$  с;

- перерегулювання  $\tau \leq 20\%$ ;
- температура  $T = 130. \dots 135$  °С;
- статична точність  $SO = 1\%$ .
- ступінь затухання  $y=0.5$ .

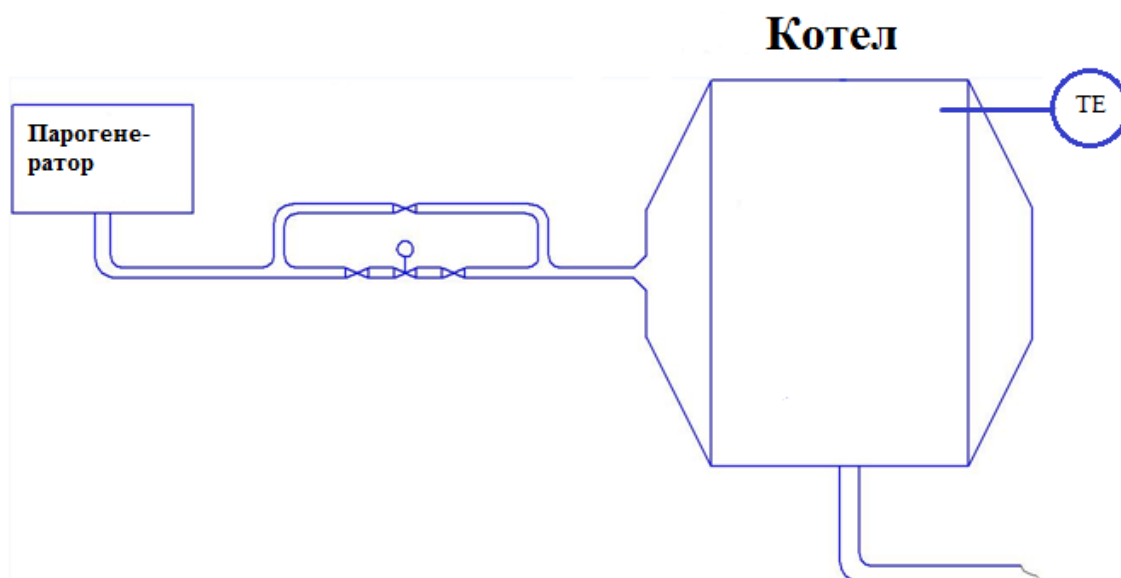


Рисунок 5.1 - Функціональна схема об'єкта моделювання

### 5.1 Отримання математичного опису об'єкта керування

Моделі динамічних об'єктів визначаються або за допомогою теоретичних викладок, або шляхом обробки експериментальних даних.

При експериментальному аналізі (або ідентифікації) об'єктів вихідною інформацією для побудови математичних моделей слугують сигнали, доступні вимірюванню. Вхідні і вихідні

сигнали об'єкта реєструються і обробляються з використанням певних методів ідентифікації, які дають можливість окреслити співвідношення між цими сигналами у вигляді деякої математичної залежності. За способом накопичення експериментальних даних методи ідентифікації діляться на активні і пасивні.

Активний експеримент заснований на введенні в об'єкт штучних збурень різного виду - як детермінованих, так і випадкових.

В ході проведення активного експерименту, була отримана перехідна характеристика представлена на рисунку 5.1

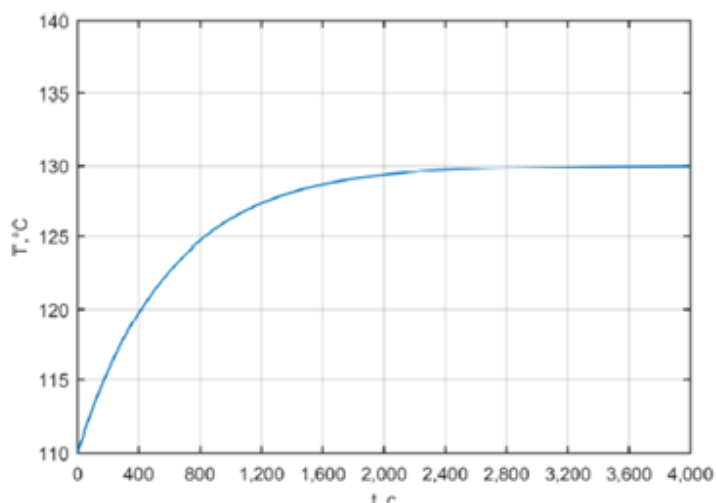


Рисунок 5.2 – Перехідна характеристика об'єкта керування

Нормуємо перехідну характеристику, результат представлений на рисунку 5.3

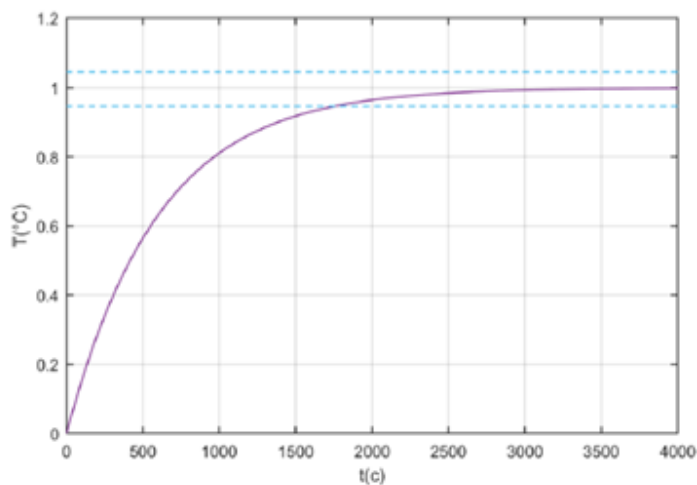


Рисунок 5.3 – Нормована перехідна характеристика

За зовнішнім видом перехідної характеристики робимо висновок, що об'єкт керування описується передаточною функцією інерційної ланки:

$$W(p) = \frac{k}{1 + Tp}$$

Коефіцієнт передачі  $k$  визначається відношенням вихідного і вхідного сигналу в сталому режимі таким чином:

$$k = \frac{Y_{вих}}{x} = \frac{1}{1} = 1$$

Для знаходження постійної часу  $T$  використовуємо метод двох точок, рисунок 5.4

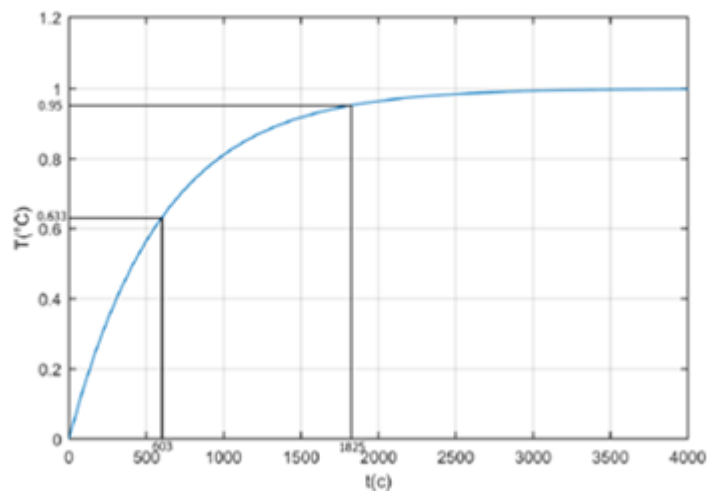


Рисунок 5.4 – Визначення постійної часу методом двох точок

Визначаємо постійну часу:

$$T = \frac{603 + \frac{1825}{3}}{2} = 605c$$

Таким чином передаточна функція ідентифікованого об'єкта має вигляд:

$$W(p) = \frac{1}{1 + 605p}$$

Побудуємо перехідну характеристику отриманої передаточної функції, рисунок 5.5

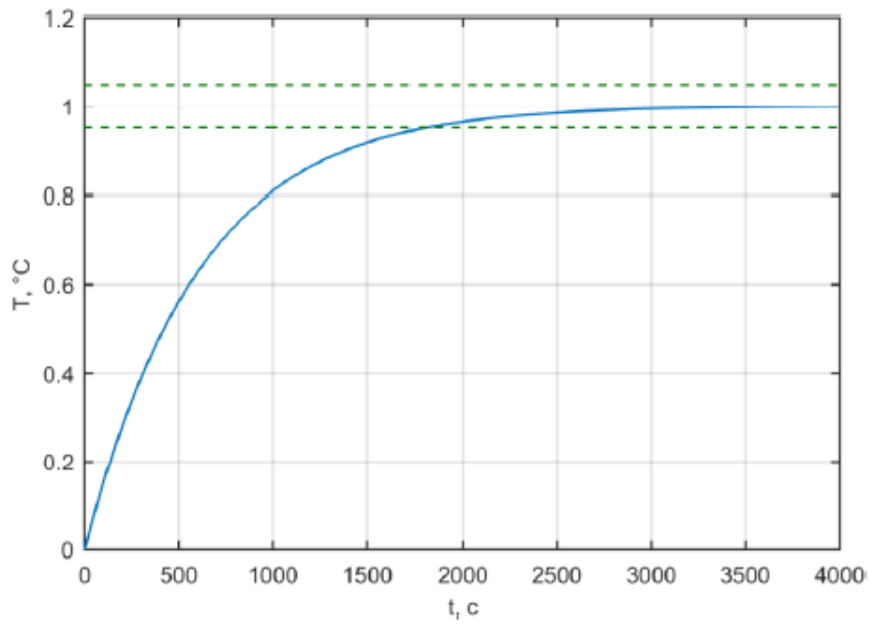


Рисунок 5.5 – Перехідна характеристика моделі об’єкта керування

### 5.2 Перевірка адекватності моделі об’єкта керування

Для перевірки адекватності отриманої моделі необхідно застосувати один з статистичних критеріїв. Скористаємося методом Фішера, так як він дозволяє переконатися в правильності отриманої моделі з великою ймовірністю (близько 95%).

Виберемо 15 рівномірно розподілених точок на кривій розгону отриманої експериментально і 15 точок, при тих же часах, на кривій розгону моделі. Значення в даних точках запишемо в масиви  $y_1$  і  $y_2$  відповідно. Ці значення занесені в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 - Значення, отримані з перехідних характеристик

$y_1$	0.27	0.48	0.62	0.73	0.8	0.86	0.9	0.93	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	1
$y_2$	0.28	0.49	0.64	0.74	0.82	0.86	0.9	0.93	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	1
$n$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Для цих точок визначимо математичне очікування

$$\bar{y}_{y1} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{1i} = 0.82 \quad \bar{y}_{y2} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{2i} = 0.83$$



Визначимо дисперсію для кожної вибірки

$$S_{Y1} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{Y}_{Y1} - y_{1i})^2 = 0.047,$$

$$S_{Y2} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{Y}_{Y2} - y_{2i})^2 = 0.045.$$

Визначимо відношення оцінок дисперсій шляхом поділу більшою з оцінок на меншу

$$\frac{S_{Y2}}{S_{Y1}} = \frac{0.047}{0.045} = 1.044..$$

Порівнюємо отримане значення з критерієм Фішера  $F = 2.4$ . Так як значення критерію Фішера більше отриманого значення робимо висновок, що наша модель адекватна об'єкту регулювання.

### 5.3 Вибір регулятора і розрахунок його параметрів

В даний час промислові регулятори являють собою найбільш поширений вид засобів автоматизації.

Традиційна схема системи управління, синтезованої на базі стандартних регуляторів, представлена на рисунку 5.5.

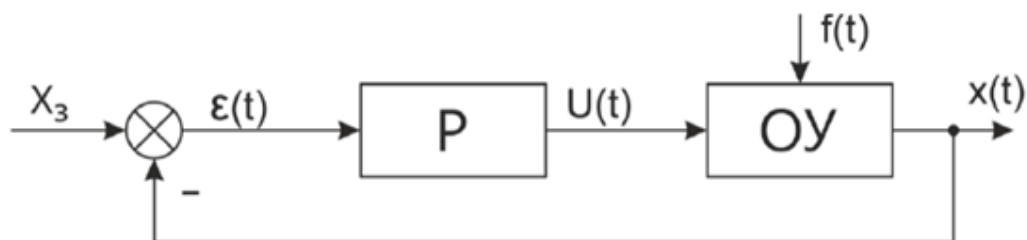


Рисунок 5.5 – Структурна схема типової схеми керування

У схемі, наведеній на рис. 5.5, позначенням відповідають:

P - регулятор; ОУ - об'єкт управління; X<sub>3</sub> - сигнал завдання; ε(t) - сигнал неузгодженості; U(t) - сигнал керування; f(t) - обурення; x(t) - вихідна координата.

Метою будь-якого управління є досягнення бажаної поведінки об'єкта управління. При цьому в якості критеріїв оцінки поведінки об'єкта можуть виступати: величина перерегулювання, час керування, коливальність процесу і т.д. За своїм виконанням ОУ зазвичай конструктивно незмінний. Отже, незмінні і його динамічні характеристики. Тому досягти бажаної поведінки

об'єкта управління можна, лише конструюючи новий об'єкт, до складу якого входить вихідний ОУ і регулятор. У цьому полягає сенс побудови системи управління. Вирішення цього завдання досягається за рахунок вибору належного регулятора.

Вибір закону керування  $U(t)$ , що задовольняє необхідним показниками системи, називається синтезом системи. При синтезі систем управління промисловими об'єктами найбільш широке застосування знайшли регулятори з типовими законами управління: пропорційний - П, пропорційно-інтегральний - ПІ, пропорційно-інтегрально- диференціальний - ПІД.

Для нашого об'єкта управління оптимальним вибором буде ПІ-регулятор, так як пропорційний регулятор не зможе забезпечити відсутність статичної помилки, що істотно погіршить якість вихідної продукції. У разі, якщо ПІ-регулятор дасть незадовільні показники якості перехідного процесу, слід застосувати ПІД-регулятор.

#### 5.4 Розрахунок оптимальних налаштувань ПІ-регулятора методом Ротача

Вихідними даними для розрахунку є: передавальна функція об'єкта управління і показник ступеня загасання ( $\psi = 0.9$ ). Розрахунок будемо виконувати використовуючи математичний пакет Mathcad, задамо вихідні дані:

$$Mz := 1.6 \quad W(s) := \frac{1}{605s + 1}$$

Сформуємо частотну передавальну функцію об'єкта управління шляхом заміни  $s = j\omega$

$$Wj(\omega) := W(s) \text{ substitute } s = i \cdot \omega \rightarrow \frac{1}{1 + 605i \cdot \omega}$$

Запишемо частотну передавальну функцію розімкнутої системи як послідовне з'єднання ПІ-регулятора і об'єкта управління

$$Wp(k1, Ti, \omega) := \left( k1 + \frac{1}{Ti \cdot i \cdot \omega} \right) \cdot Wj(\omega)$$

Отримуємо функціональні залежності, для реальної та уявної частин АФЧХ розімкнутої системи управління, при коефіцієнті посилення регулятора рівному одиниці

$$Up(\omega, Ti) := \text{Re}(Wp(1, Ti, \omega)) \quad Vp(\omega, Ti) := \text{Im}(Wp(1, Ti, \omega))$$

Формуємо функціональну залежність, яка описує ОЕ в залежності від значення показника коливальності  $M$

$$\gamma(M) := \arcsin\left(\frac{1}{M}\right)$$

$$Y(X, M) := \tan(\gamma(M)) \cdot X$$

Запишемо вираз для визначення радіусу кола забороненої зони і положення його центру ,як функцію показника коливальності M

$$r(M) := \frac{M}{M^2 - 1} \quad u(M) := \frac{M^2}{M^2 - 1}$$

Формуємо рівняння кіл забороненої зони в прямокутній системі координат

$$R(\psi, M) := r(M) \cdot \sin(\psi) - u(M)$$

$$I(\psi, M) := r(M) \cos(\psi)$$

Задаємо діапазон частот і крок зміни, для побудови АЧХ з метою відображення тільки, необхідного нам, третього квадранта

$$\omega := 0, 0.0001 \dots 1$$

Також введемо необхідні параметри s, Ms, які будемо змінювати для отримання одночасного дотику прямої OE і кіл. Виконуємо графічні побудови і визначаємо три пари налаштувань для ПІ-регулятора (рисунок 5.6).

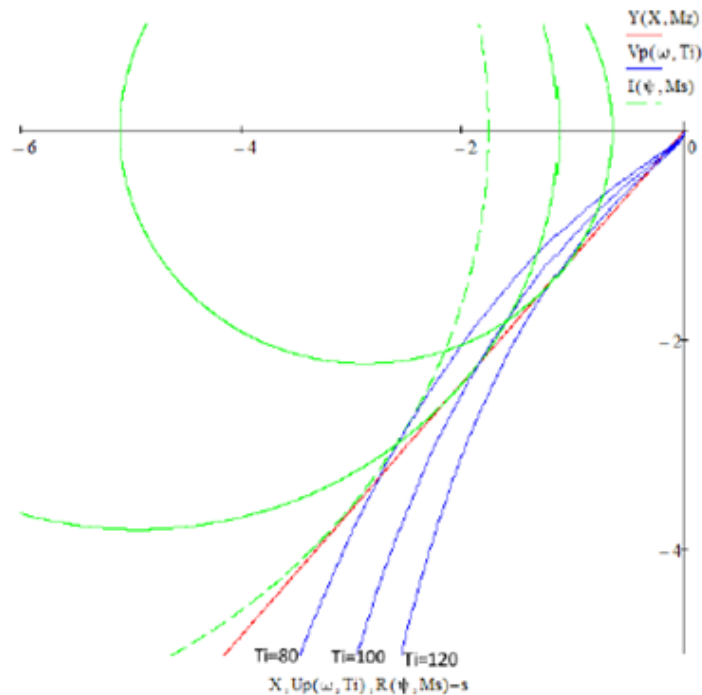


Рисунок 5.6 – Визначення налаштувань ПІ – регулятора методом Ротача

Визначаємо граничне значення коефіцієнта посилення регулятора, що забезпечує задане значення показника коливальності, для кожного з випадків, з виразу

$$k_{\text{прп}} = \frac{M}{M^2 - 1} \cdot \frac{1}{r_0}$$

Отримані пари налаштувань введемо у вигляді матриці:

$$\text{Data} := \begin{pmatrix} 80 & 0.65 \\ 100 & 0.989 \\ 120 & 1.65 \end{pmatrix}$$

Для визначення, яка з пар налаштувань дає кращі показники якості, побудуємо графіки перехідних процесів для отриманих значень і визначимо їх показники. Отримані перехідні характеристики представлені на рисунку 5.7.

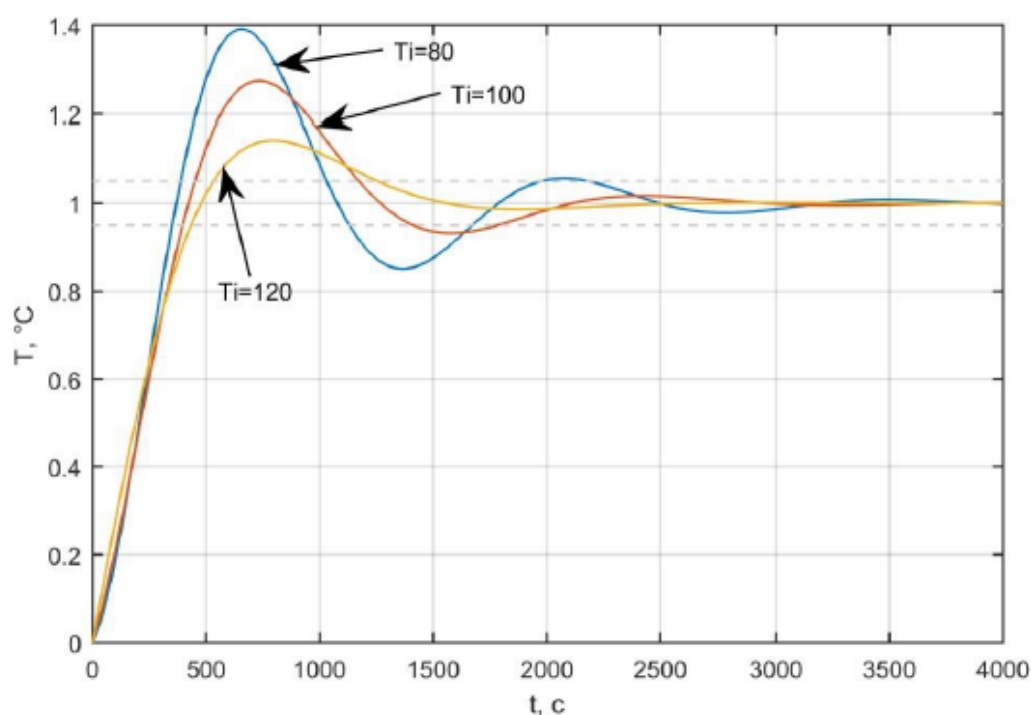


Рисунок 5.7 – Графіки перехідних процесів при різних настройках регулятора

З отриманого графіка, очевидно, що найкращі показники якості перехідної процес має при постійній інтегрування рівною  $Ti = 120$  і коефіцієнті посилення рівному  $kp = 1.65$ .

Визначимо ці показники і зведемо в таблицю 5.2 разом з необхідними, за завданням, значеннями і показниками без регулятора.

Таблиця 5.2 – Показники якості перехідного процесу

Показник	Завдання	ПІ-регулятор
Статична похибка, %	0	0
Час $t_p$ , с	$\leq 1500$	1300
Перерегулювання $\sigma$ , %	$\leq 20$	13.8

Як видно з отриманої таблиці, дані настройки регулятора повністю задовольняють поставлене завдання. У порівнянні з системою без регулятора, ми отримали відсутність статичної помилки і менший час перехідного процесу, платою за це стало наявність перерегулювання, яке було відсутнє раніше, але так як воно не перевищує 20% то є допустимим для нашої системи.

### 5.5 Моделювання об'єкта керування

Проведемо імітаційне моделювання об'єкта управління за допомогою математичного пакета MatLab (додаток Simulink). Для цього зберемо структурну схему, представлену на малюнку 5.8. У системі є канал управління, ПІ-регулятор, безпосередньо об'єкт управління, а також осцилограф на якому можливо спостерігати перехідний процес.



Рисунок 5.8 – Структурна схема об'єкта керування

Проведемо моделювання системи і отримаємо її перехідну характеристику (рисунок 5.9).

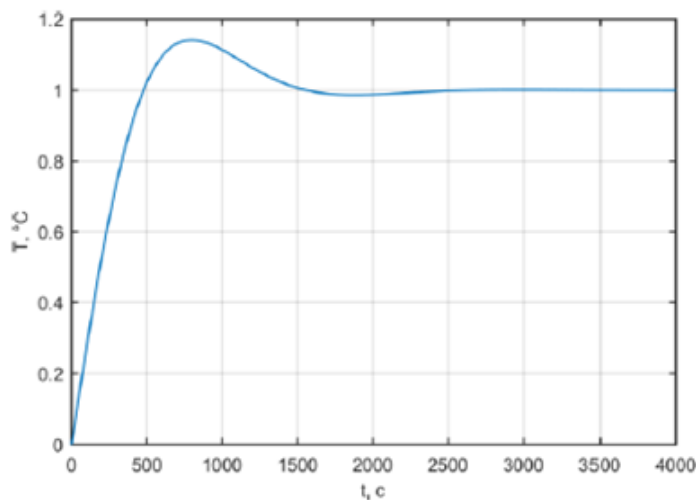


Рисунок 5.9 – Перехідна характеристика отриманої системи

Визначимо показники якості за отриманим графіком перехідного процесу:

- час перехідного процесу  $t_p = 1280$ ;

- перерегулювання  $\tau = 14\%$ .

Дані показники якості повністю задовольняють завдання.

## ВИСНОВКИ

В дипломному проекту було розглянуто систему автоматизації виготовлення безалкогольних напоїв, а також розроблено інформаційне, технічне забезпечення та алгоритм роботи системи автоматизації.

В дипломному проекті були зроблені наступні етапи:

- визначення початкових даних про об'єкт керування;
- вибір датчиків та виконавчих органів;

Був розрахований контур регулювання температури в котлі варки колеру. При розрахунках використовувались методи Фішера та Ротача. Всі необхідні показники якості були досягнуті.

Запровадження сучасних методів управління ТП, і новітніх технічних засобів автоматизації допомогло реалізувати якісно нову технологію управління, що призвело до:

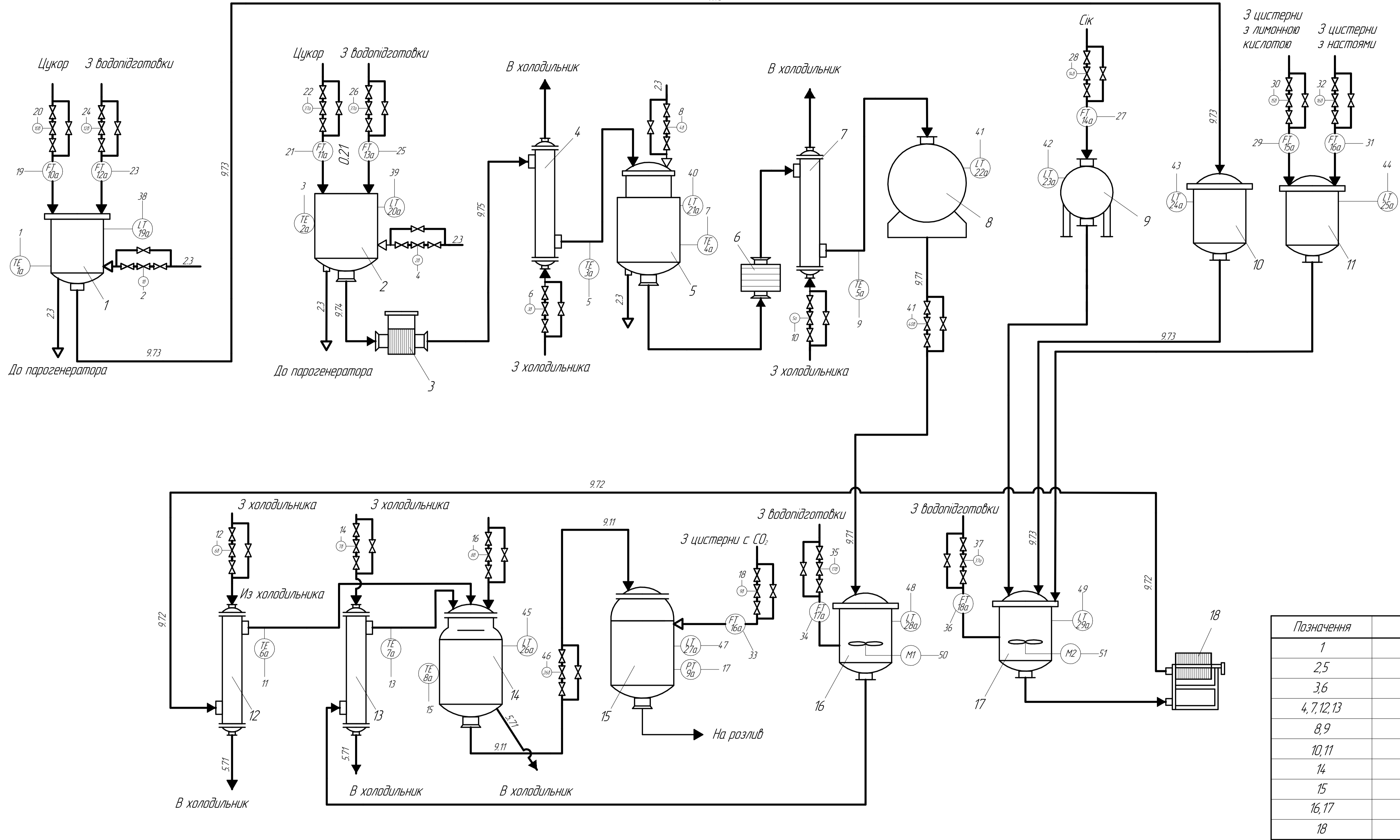
- підвищення якості продукції;
- скорочення зупінок через неполадки;
- збільшення міжремонтних термінів праці обладнання;
- зменшення кількості працівників, необхідних для підтримки ТП і ліквідації аварійних ситуацій.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Автоматика и управление в технических системах. В 11 кн. / Отв. ред. С.В. Емельянов, В.С. Михалевич. - Кн.1. Электрические элементы систем управления промышленными работами / А.А. Краснопрошина и др. - К.: Вища шк., 1990. - 479 с.
2. Методические указания по оформлению курсовых и дипломных проектов. Инструктивные материалы. Для студентов специальности 7.091401 "Компьютеризованные системы управления и автоматика". - Сумы.: СумГУ, 1998. - 77 с.
3. Средства инициирования, П.П. Карпов: Высшая школа., 1981. - 285 с.
4. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ пос. / А.С. Ключев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, С.А. Ключев. -М.: Энергоатомиздат, 1990.- 464 с.
5. [https://uareferat.com/Розробка\\_технологічної\\_схеми\\_виробництва\\_безалкогольних\\_напоїв\\_на\\_базі\\_підприємства\\_ТОВ](https://uareferat.com/Розробка_технологічної_схеми_виробництва_безалкогольних_напоїв_на_базі_підприємства_ТОВ)
6. <https://food-mechanics.ru/?p=195>
7. [http://ovenspb.ru/termosoprotivlenie\\_oven\\_dts0134](http://ovenspb.ru/termosoprotivlenie_oven_dts0134)
8. <https://indelta.ru/kip/datchiki-temperatury/oven-temp/termopary-termopreobrazovateli-soprotivleniya-s-kommutacionnoy-golovkoy-oven-dtshh5--art69119.html>
9. <https://rusautomation.ru/rashodomery/vihrevye-rashodomery-gidkosti>
10. <https://www.emerson.ru/ru-ru/catalog/metran-370-ru-ru>
11. <https://rusautomation.ru/rashodomery/c-lever>
12. <https://rusautomation.ru/rashodomery/microflow>
13. <https://owen.ua/ru/datchiki/pd100-di-111-171-181-datchiki-davleniya-obschepromyshlennye>
14. <https://pribortrade.com.ua/datchiki-davleniya-sapfir/sapfir-22-di-ex-2150/>
15. <https://owen.ua/ru/datchiki/pdu-i-poplavkovye-datchiki-urovnja-s-analogovym-vyhodnym-signalom-4-20-ma>
16. <https://www.svaltera.ua/catalog/763/6978.php>
17. <https://v-kip.com/ispolnitelnyi-mehanizm-mip>
18. <https://www.burkert.com.ru/ru/type/2300>
19. <https://insat.ru/prices/info.php?pid=7458>

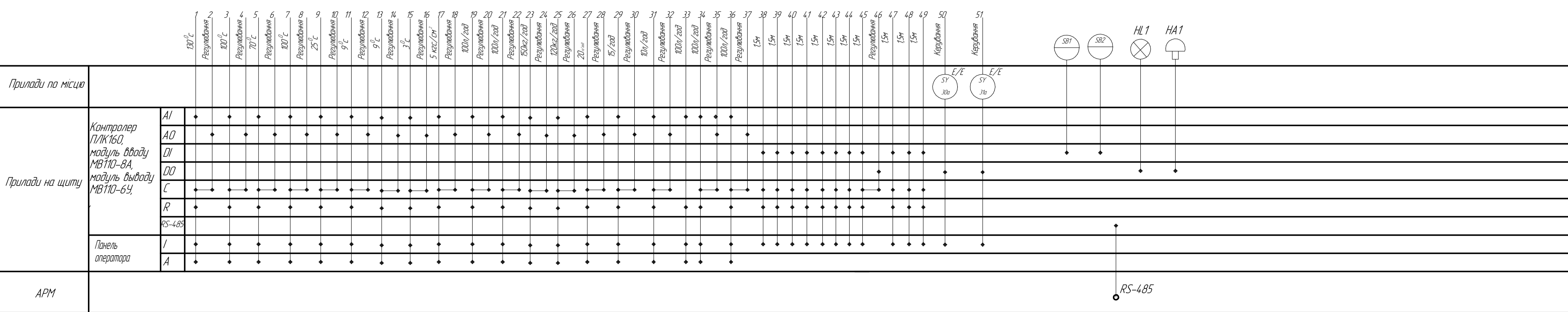


20. <https://owen.ua/ru/programmiruemye-logicheskie-kontrollery/programmiruemyj-logicheskij-kontroller-oven-plk154>
21. <https://owen.ua/ru/programmiruemye-logicheskie-kontrollery/programmiruemyj-logicheskij-kontroller-oven-plk160>
22. [https://owen.ru/product/moduli\\_analogovogo\\_vvoda\\_s\\_universal\\_nimi\\_vhodami\\_s\\_interfejsom\\_rs\\_485](https://owen.ru/product/moduli_analogovogo_vvoda_s_universal_nimi_vhodami_s_interfejsom_rs_485)
23. <https://owen.ua/ru/moduli-vvoda-vyvoda/modul-analogovogo-vyvoda-oven-mu110-6u>
24. [https://owen.ru/product/bloki\\_pitaniya\\_dlya\\_promishlennoj\\_avtomatiki](https://owen.ru/product/bloki_pitaniya_dlya_promishlennoj_avtomatiki)



Позначення	Найменування
1	Котел
2,5	Сироповарний апарат
3,6	Фільтр-пастка
4,7,12,13	Теплообмінник
8,9	Ємність
10,11	Сбірник
14	Наповнючий сібрник
15	Сатуратор
16,17	Апарат з мішалкою
18	Фільтр-прес

Позначення	Найменування
2.3	Пара
9.11	Готовий купаж
9.71	Інвертований фільтрований сироп
9.72	Колер з дамшками
9.73	Колер
9.74	Сироп
9.75	Фільтрований сироп



**СУ-7Ш 6.151.07.А2**

Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Управління технологічною лінією виготовлення безалкогольних напоїв	Лист	Масштаб	Масштаб
Разроб.	Прима Д.В.				1:1		
Проб.	Худолей Г.М.				Лист	Листов	1

Схема функціональна автоматизації

**ШІ СумДУ СУ-7Ш**

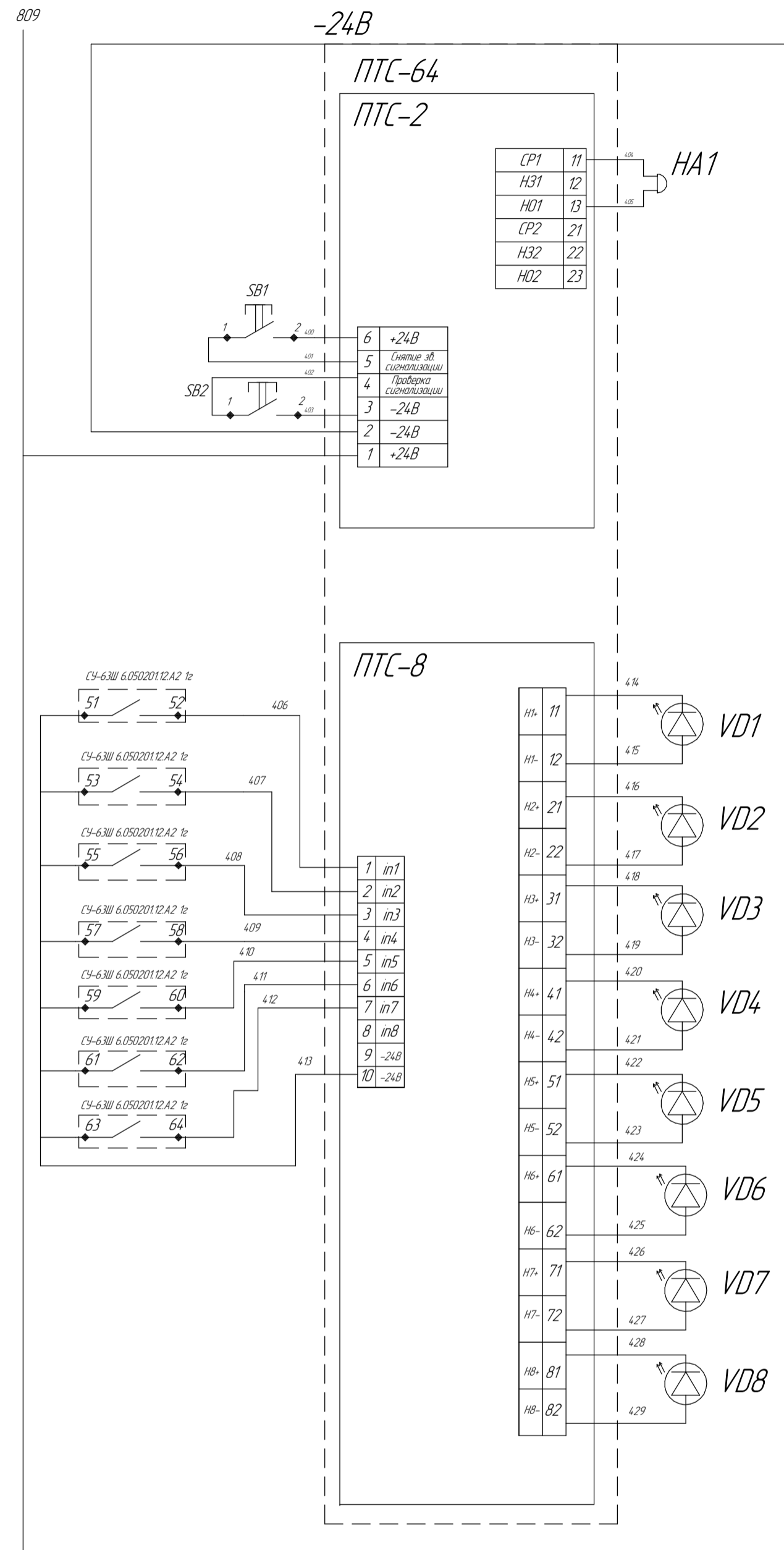
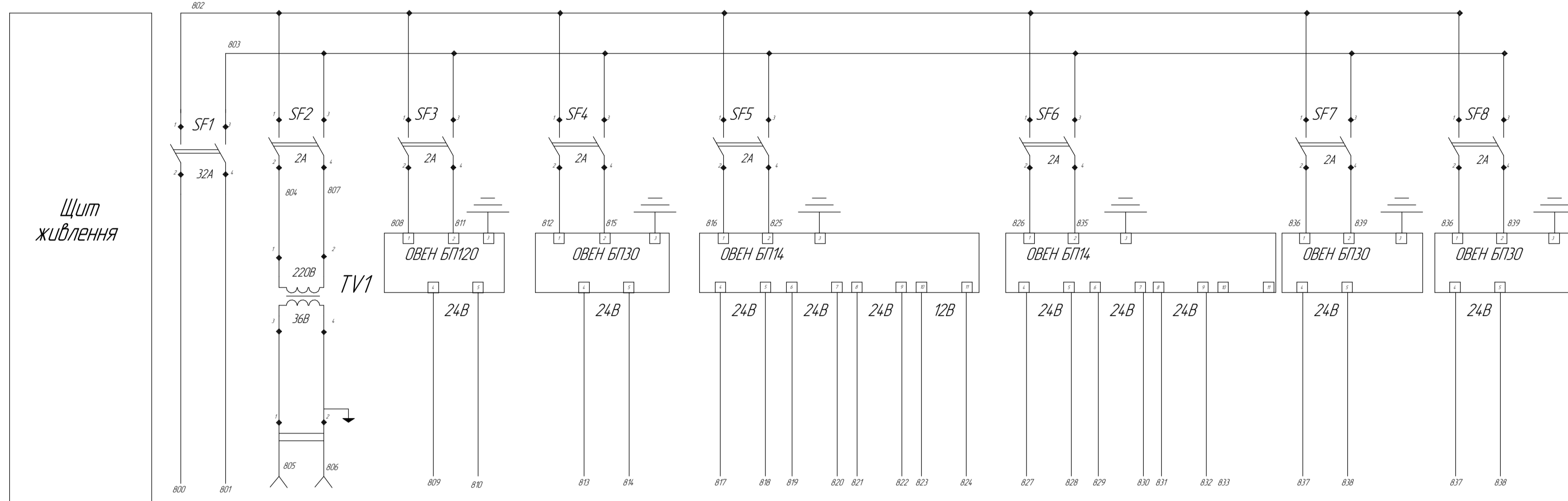
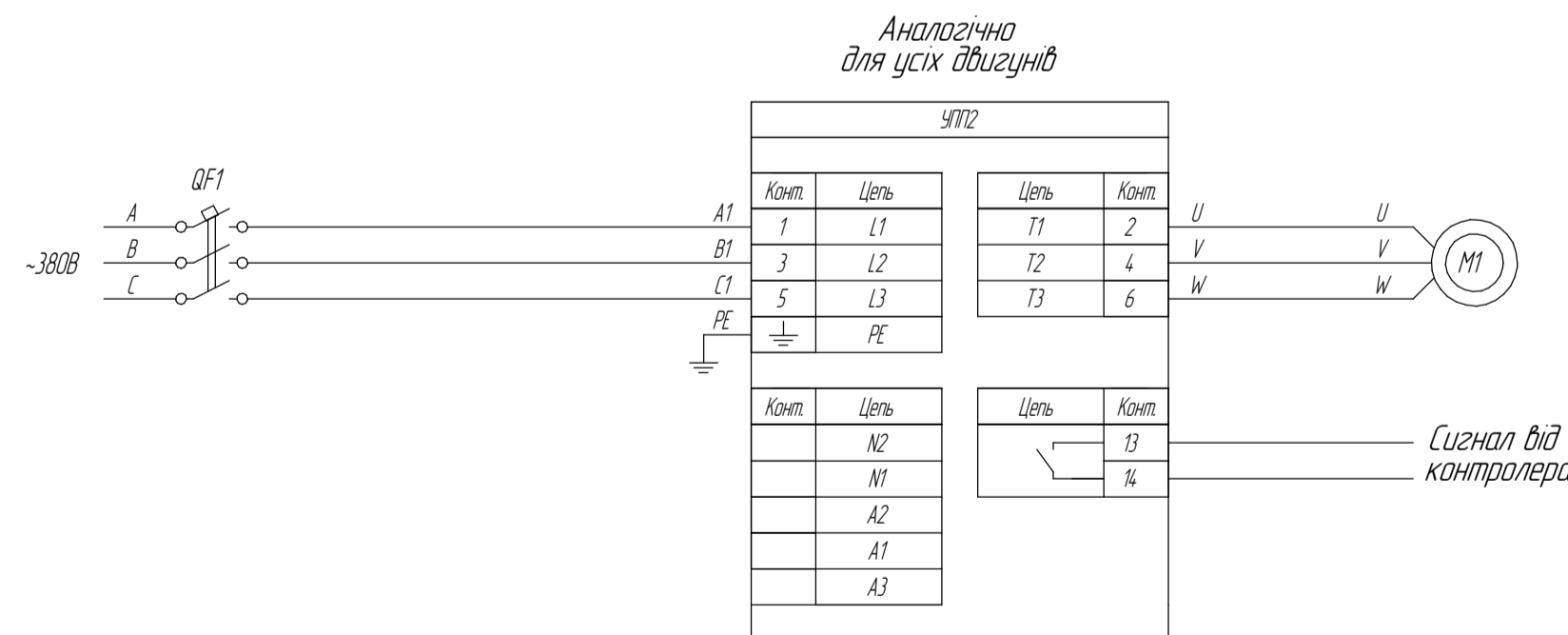


Схема сигналізації

Звукоба сигналізації
Кнопка зняття узогальненої сигналізації
Випробування звукоба і світлової сигналізації
Підвищення температури в котлі колеру
Підвищення температури в котлі сиропу
Підвищення рівня в котлі колеру
Підвищення рівня в котлі сиропу
Підвищення тиску в сатураторі
Підвищення рівня в котлі інвертованого сиропу
Підвищення рівня в сданку
Підвищення рівня в апараті з мішалкою
Підвищення рівня в сатураторі



Позиція	Ввід робочий	XS1 Розетка штепсельна	Схема сигналізації	1z	1a	9a	10a	12a	19a	1b	30a	22a	22b
Тип	Ввід робочий	Розетка штепсельна	Схема сигналізації	ОВЕН ПЛК160	ДТС134	ПД4-Ш	ІФМ SV8150	C-LEVER	ПД4-И	Burker12300	ПЧВ103	МВ110-24.8АС	МУ110-24.8И
Напруга, В	220	36	24	24	24	24	24	12	24	24	24	24	24
Потужність, Вт, мА	1500	100	80	10	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	10	1	6	6
Місце встановлення	щит №1	щит №1	щит №1	щит №1	по місцю	по місцю	по місцю	по місцю	по місцю	по місцю	по місцю	щит №1	щит №1



Позиція	Позначення	Кількість	Примітка
SF1	Автоматичний вимикач ВА-2001, кількість полюсів 2 Іном=32А, Іном=220/380В	1	
SF2-SF8	Автоматичний вимикач ВА-2001Іном=2А, Іном=220В	7	
VD1-VD8	Лампа сигнальна світлодіодна, колір червоний Рном=2,6Вт,Іном=24В, степінь захисту ІР67, ВЛМ2ТЛ224	8	
TV1	Трансформатор понижаючий ОСМ1-0,1, U1=220В, U2=36В P=320Вт	1	
SB1-SB2	Кнопка с підвіткою червона 100тА, Іном=24В ВЛМ2ТЛ104	2	
XS1	Штепсельна розетка РШ-К-2-СО-2-Б/10/220 U=36В	1	
овен бп120	Блок живлення стабілізованою напругою постійного струму 24В, 120Вт	1	
овен бп30	Блок живлення стабілізованою напругою постійного струму 24В, 30Вт одноканальний	4	
овен бп14	Блок живлення стабілізованою напругою постійного струму 24В, 14Вт багатоканальний	2	
ПТС64	Прилад технічної сигналізації. Дискретних входів 8 Іном=24В	1	
НА	Дзвінок гучного дзв МЗ-3, сила звуку 103 дб., U = 220В,	1	
УПМ2	Пристрій плавного пуску двигуна U = 380В	1	

Є371ш 6.151.07Є3

Ізм. Лист	№ док.м.	Подп.	Дата	Система управління технологічною лінією виробництва безалкогольних напоїв Схема електрична принципова	Лист	Масштаб	Масштаб
Розроб.	Худяков Г.М.				Лист	Листів	1
Проб.	Худяков Г.М.				ШІ СумДУ		
Інж.контр.	Худяков Г.М.						