

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем
Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій
систем управління

«До захисту в ЕК»

«До захисту допущено»

Декан факультету

Завідувач кафедри

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

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

« ____ » червня 2020 р.

« ____ » червня 2020 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
(код та назва спеціальності)

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

на тему: Розробка системи автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу на базі МПК ОВЕН 154

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ЗАК-2-2ск Неумитий Володимир Андрійович
(прізвище та ініціали)

Керівник Романов Микола Сергійович _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (підпис)

Рецензент Соседов Олег Андрійович _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

Національний університет харчових технологій

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

Освітній ступінь «Бакалавр»

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

_____ І.В.Ельперін

« 27 » квітня 2020 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Неумитий Володимир Андрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу на базі МПК ОВЕН 154

керівник роботи к.т.н. доц. Романов Микола Сергійович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 27 » квітня 2020 р. № 270-КС

2. Строк подання здобувачем роботи « 11 » червня 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи

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

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Опис об'єкта автоматизації. 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації. 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Система автоматизації. 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО). 2.2. Схема автоматизації. 2.3. Специфікація засобів автоматизації. 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення. 3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК). 3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру. 4. Креслення встановлення технічного засобу.

5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК). 5.1 Блок схема програми. 5.2. Алгоритм програми для ПЛК на мові ST б. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога. 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI. 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора. 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання. 7.1. Постановка задачі дослідження. 7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі. 7.3. Моделювання САР. 7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків.

5. Перелік графічного матеріалу

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

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 27.04.2020

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач Неумитий В.А.

_____ (підпис)

Керівник роботи Романов М.С.

_____ (підпис)

Анотація

Даний дипломний проект присвячений розробці системи автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу.

Запропонований варіант системи автоматизації реалізований на мікропроцесорному комплекті ОВЕН 154. Розробка системи автоматизації направлена на підвищення якості проведення процесу вилучення цукрози із дифузійного соку, що гарантує збільшення виходу кінцевого продукту (цукру-піску) за рахунок зменшення втрат цукру в жомі. Основною метою розробки системи автоматизації даної технологічної установки є отримання додаткового прибутку підприємством.

В пояснювальній записці наведені: опис об'єкта автоматизації, опис системи автоматизації, опис схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК, опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера, розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога, заходи з охорони праці.

В графічній частині проекту наведені: схема автоматизації, креслення встановлення технічних засобів, принципові схеми регулювання, управління та сигналізації.

Ключеві слова: Rosemont 5400, ПЛК ОВЕН 154, цукор.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Annotation

This diploma project is sanctified to development of the system of automation of columnar diffusive vehicle of sugar-house.

The offered variant of the system of automation is realized on the microprocessor complete set of OVEN 154. Development of the system of automation is sent to upgrading of realization of process of extraction of saccharose from diffusive juice which guarantees the increase of output of the finished good (sugar-sand) due to diminishing of losses of sugar in a bagasse. The primary purpose of development of the system of automation of this technological setting is a receipt of additional profit an enterprise.

In an explanatory message pointed: description of object of automation, description of the system of automation, description of the scheme of connection of sensors and VM to PLC, description of special software for microprocessor controller, development of man-machine interface of the operator of the technologist, measure on a labour protection.

In graphic part of project pointed: chart of automation, draft of setting of hardwares, fundamental charts of adjusting, management and signaling, algorithm and program for PLC, videoshots of display mnemoshems of operator.

Keywords: Rosemont 5400, PLC OVEN 154, sugar.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Зміст

| | |
|---|----|
| Вступ..... | 7 |
| 1 Опис об'єкта автоматизації..... | 10 |
| 1.1 Технологічний опис об'єкта автоматизації..... | 10 |
| 1.2 Розробка завдання на систему автоматизації..... | 17 |
| 2 Система автоматизації..... | 18 |
| 2.1 Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів та регулюючих органів | 18 |
| 2.2 Схема автоматизації..... | 24 |
| 2.3 Специфікація засобів автоматизації..... | 29 |
| 3. Проектне компонування промислового логічного контролера та схеми підключення. | 33 |
| 3.1 Проектне компонування промислового логічного контролера..... | 34 |
| 3.2 Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК..... | 36 |
| 3.3 Розширені схеми підключення для окремого контуру | 37 |
| 4 Креслення встановлення технічного засобу..... | 38 |
| 5 Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)..... | 40 |
| 5.1 Блок схема програми..... | 42 |
| 5.2 Алгоритм програми для ПЛК на мові ST..... | 45 |
| 6 Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога | 48 |
| 6.1 Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI..... | 48 |
| 6.2 Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора | 49 |
| 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання... | 52 |
| 7.1 Постановка задачі дослідження | 52 |
| 7.2 Вибір об'єкта керування та його математичної моделі | 52 |
| 7.3 Моделювання САР | 53 |
| 7.4 Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків | 55 |
| Висновок | 56 |
| Список використаної літератури | 57 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Вступ

В умовах сучасної високої конкуренції, діючі підприємства на перший план виводять такі показники, як якість, енергоспоживання та собівартість. Такі умови конкуренції диктують необхідність застосування найостанніших досягнень технології, теплотехніки, організації цукрового виробництва.

Автоматизація цукрової промисловості забезпечує якісну, ефективну роботу всіх технологічних ділянок цукрового заводу тільки за допомогою комплексного підходу до рішення даної задачі. Однією з основних проблем створення АСУ ТП на підприємствах цукрової промисловості є стабілізація поточно-транспортної лінії основного продукту, а також підтримка оптимальних рівнів запасу продукту в проміжних (буферних) збірниках усіх основних технологічних ланок цукрового заводу. Буферні збірники є необхідним елементом забезпечення безперервності виробничого потоку технологічних процесів цукрового виробництва.

Технологічний процес цукрового виробництва є безперервно-потоківим та здійснюється за допомогою безперервно діючого устаткування, яке повинно задовольняти всі основні вимоги з точки зору автоматизації технологічних процесів цукрової промисловості. Велике значення при підготовці об'єкту або технологічної ділянки цукрового заводу до автоматизації має вибір основних технологічних параметрів об'єктивного управління процесом виробництва цукру.

Специфічні умови розвитку автоматизації технологічних процесів цукрової промисловості на базі обчислювальної техніки визначаються, перш за все тенденціями зростання одиничної потужності цукрових заводів із зростанням ролі завдань координації управління підприємствами цукрової промисловості, зміною технологічних показників якості сировини, палива, допоміжних матеріалів, сезонністю бурякоцукрового виробництва, що знижує ефективність автоматизованих систем управління, підвищує вимоги до зниження початкових витрат на їх впровадження, недостатньою

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

забезпеченістю засобами вимірювання, первинними перетворювачами (датчиками), особливо виконавчими механізмами і регулюючими органами необхідної якості багатьох підприємств цукрової галузі харчової промисловості.

Аналіз функціонування АСУТП в цукровій промисловості, постановка, розробка нових завдань управління, поява нових засобів обчислювальної техніки вирішили перехід до створення розподілених систем управління, які якісно відрізняються від АСУ ТП першого покоління (зосереджених). Порівняно з останніми, розподілені системи управління цукрової промисловості реалізують більший діапазон функцій, володіють кращими показниками надійності, зручніші при впровадженні, експлуатації, модернізації. Розподілені системи реалізують задані функції за допомогою зв'язаних між собою функціонально (територіально) розподілених підсистем.

Зростання продуктивності праці на цукрових заводах, розробка нової технології з метою поліпшення якості, підвищення ефективності підприємств цукрової промисловості, вимагають оновлення а також вдосконалення систем управління з використанням сучасних засобів вимірювання і автоматизації.

Для стабільної, ефективної роботи підприємств цукрової галузі необхідна якісна організація управління виробництвом, яка на корпоративному рівні передбачає організацію ведення бухгалтерських операцій, управління фінансовими потоками підприємства цукрової промисловості, логістики, управління продажами і кадрами, сервісу, маркетингових досліджень ринку цукрової продукції, бюджетування, управлінській звітності діяльності кожного відділення заводу і всього підприємства в цілому, забезпечення безпеки корпоративних інтересів.

Комплексне вирішення підзадач верхнього рівня АСУ ТП цукрового виробництва, виходячи з фінансової точки зору, дозволяє сформуванню оптимального співвідношення ціна/якість готової продукції. Провідні фахівці області управління підприємствами вважають, що застосування сучасних засобів побудови автоматизованого "верхнього рівня" істотно знижує

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

витрати по управлінню при достатньо повнофункціональному обсязі основних управлінських завдань порівняно з альтернативними рішеннями (окремим випадком є створення ERP-систем).

Даний дипломний проект присвячений розробці системи автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу на базі мікропроцесорного комплекту ОВЕН 154.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1 Опис об'єкта автоматизації

1.1 Технологічний опис об'єкта автоматизації

На рисунку 1.1 зображена машино-апаратурна схема колонного дифузійного апарату цукрового заводу.

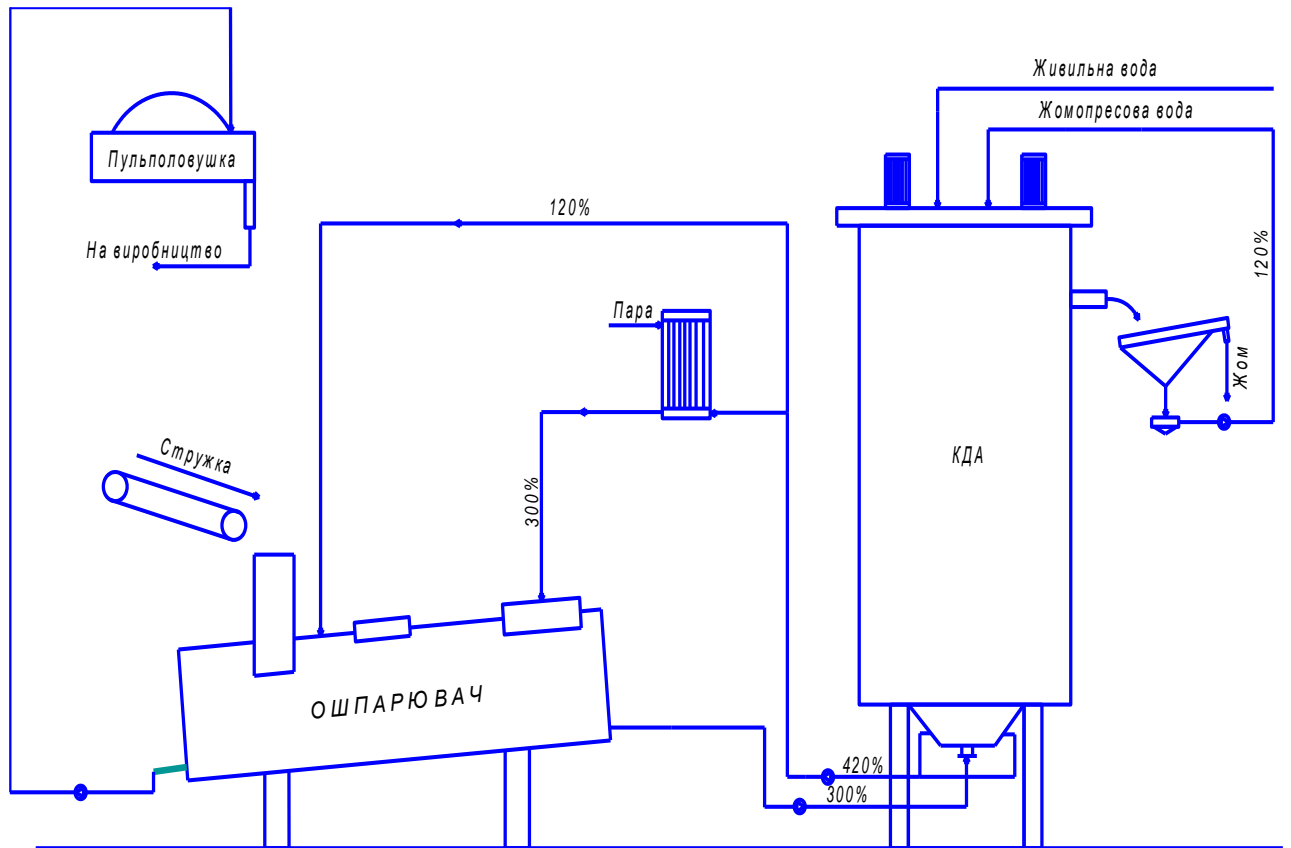


Рисунок 1.1 - Машино-апаратурна схема колонного дифузійного апарату

Бурякопереробне відділення фактично задає темп роботи заводу. Параметри соку, що отримують на дифузійних апаратах, його технологічні властивості, а також втрати цукру в жомі в значній ступені задають подальший хід процесу і показники роботи в цілому. Досягнення високих техніко-економічних показників роботи відділення забезпечується суворим дотриманням технологічного регламенту.

| | | | | | Кваліфікаційна робота | | | |
|-----------|------|--------------|--------|------|---|----------------|------|---------|
| Змн. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Неумитий В.А | | | Розробка системи автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу на базі МПК ОВЕН 154 | Літ. | Арк. | Акрушів |
| Керівник | | Романов М.С. | | | | | | |
| Зав.каф. | | Ельперін І.В | | | | НУХТ ЗАК-2-2СК | | |
| Н. Контр. | | | | | | | | |
| Затверд. | | | | | | | | |

Із бурякорізок стрічковим транспортером бурякова стружка подається в завантажувальну шахту ошпарювача, де проходить ошпарювання її гарячим дифузійним соком.

Ошпарювач складається із завантажувальної шахти та мішалки. В завантажувальну шахту надходить бурякова стружка і попередньо ошпарюється дифузійним соком температурою 72°C (120% до маси буряка), який при цьому охолоджується до 50...55°C і відбирається через торцеве сито ошпарювача та подається насосом на пульполовушку, а звідти самотоком в збірник сирого дифузійного соку і далі на виробництво.

В мішалку ошпарювача подається дифузійний сік (300% до маси буряка) нагрітий в теплообміннику до температури 78°C. Сюди ж подається і пульпа із пульполовушки. Із ошпарювача сокостружкова суміш насосом подається в колонний дифузійний апарат.

В КДА сокостружкова суміш знезцукрюється і вивантажується із верхньої частини апарату в жолоб кільцевого транспортеру і в шнековий водовідділювач, а потім надходить на жомопреси.

Продувку сит колони реалізують дифузійним соком (нагнітаючим насосом).

Температурний режим КДА регулюється за допомогою ошпарювача та температурою барометричної води.

Особлива увага приділяється рівню в колоні КДА та у шахті і мішалці ошпарювача. Регулювання рівня в шахті та мішалці ошпарювача є непрямим регулюванням витрати циркуляційного та поперечного соків.

Більшість параметрів відділення контролюються за допомогою загальнопромислових приладів. До вторинних показників в першу чергу відноситься матеріальний баланс дифузійного апарату. Підтримка його забезпечує не тільки мінімальні умови нормального функціонування обладнання бурякопереробного відділення, але й отримання оптимальних для конкретних умов концентрації сухих речовин в дифузійному соку і втрат

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

цукру в жомі. В зв'язку з цим, великого значення набуває коефіцієнт відкачки α , який визначає відношення кількості відкачуваного із дифузійного апарату соку до кількості стружки, що надходить до дифузійного апарату. Таким чином, матеріальний баланс дифузійної установки виражається рівнянням:

$$m_{\text{стр}} + m_{\text{в}} = m_{\text{д.с}} + m_{\text{ж}},$$

де $m_{\text{стр}}$, $m_{\text{в}}$, $m_{\text{д.с}}$, $m_{\text{ж}}$ – масова витрата відповідно бурякової стружки, води, дифузійного соку, жому, кг/с.

Матеріальний баланс підтримується при різних значеннях коефіцієнта відкачки α . Необхідне для певних умов значення α досягається зміною кількості відкачуваного дифузійного соку $m_{\text{д.с}}$ або стружки $m_{\text{ж}}$, що надходить на дифузю.

Регулювання матеріального балансу колонних дифузійних установок широко використовується під час автоматизації бурякопереробного відділення.

В дифузійних установках колонного типу пряме підтримання співвідношення “стружка-вода” неможливе, тому з допомогою окремих контурів регулювання (рис. 1.2) забезпечують стабілізацію продуктивності бурякорізок, підтримання рівня в колоні установки, стабілізацію відкачки дифузійного соку із буферного збірника, регулювання відкачки соку із колонної установки.

Відкачка дифузійного соку із буферного збірника 1 на дефекосатурацію $m_{\text{д.с}}$ стабілізується регулятором РЗ на рівні заданого значення $m_{\text{д.с}}^{\text{зд}}$ з корекцією по рівню $H_{\text{б.с}}$ в збірнику. Кількість соку, який відкачується безпосередньо з дифузійної установки, регулюють регуляторами Р4 та Р5 через селектор $S_{\text{л}}$ по відхиленню рівня $H_{\text{ош}}$ та $H_{\text{б.с}}$ від номінального значення $H_{\text{ош}}^{\text{зд}}$ і $H_{\text{б.с}}^{\text{зд}}$ відповідно в шахті ошпарювача та буферному збірнику. У

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

4 – колона висолоджувача;

P1, P2, P3, P4, P5 – регулятори;

$m_{стр}$, $m_{стр}^{зд}$ – витрати стружки поточні і задані;

H_k , $H_k^{зд}$ – рівень в колоні поточний тт заданий;

$m_{д.с.}$, $m_{д.с.}^{зд}$ – витрати дифузійного соку поточні тт задані;

$H_{б.с.}$, $H_{б.с.}^{зд}$ – рівень в збірнику поточний тт заданий;

C_l – селектор;

$H_{ош}$, $H_{ош}^{зд}$ – рівень соку в шахті ошпарювача поточний тт заданий;

$m_{ж}$ – витрати жому.

Технічні характеристики устаткування та обладнання дифузійного відділення наведені нижче.

Бурякорізка

| | |
|---|-------|
| Продуктивність, т/добу | 1500 |
| Продуктивність при середній швидкості різання в м/с товщиною 8,25мм, дані стружки – 100г на 12м, т/добу | 1500 |
| Кількість рам, шт | 16/32 |
| Швидкість різання, м/с | 4/8 |
| Коефіцієнт активної зони різання | 0,86 |
| Коефіцієнт автоматизації | 0,85 |
| Споживна електроенергія, кВт/год | 100 |
| Займає площу, м ² | 10,5 |
| Маса, кг | 11680 |

КДА-15

| | |
|--|---------|
| Продуктивність по буряку, т/добу | 1500 |
| Тривалість перебування стружки в апараті, хв | 70 |
| Величина відкачки соку, % до маси буряка | 120 |
| Втрати цукру в жомі (при 17...18%СР) | до 0,25 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Підігрівач соку

| | |
|--|-----|
| Температура гріючої пари (максимальна), °С | 135 |
| Температура продукта (максимальна), °С | 126 |
| Робочий тиск в паровій камері, МПа | 0,3 |
| Коефіцієнт автоматизації | 0,9 |
| Займає площу, м ² | 3,0 |

Ошпарювач типу ОС – 25/30

| | |
|---|---------|
| Продуктивність по буряку, т/добу | 3000 |
| Тривалість перебування стружки в ошпарювачі, хв | 16 |
| Величина відкачки, % до маси буряка | 120 |
| Температура отриманого соку, °С | 45...55 |
| Коефіцієнт автоматизації | 1,0 |
| Споживана електроенергія, кВт/год | 32 |
| Займає площу, м ² | 20,8 |
| Маса, кг | 33800 |

Пульполовушка

| | |
|---|------|
| Продуктивність, т/добу | 1500 |
| Вміст пульпи і мезги в соці після ловушки, г/1000мл | 2,0 |
| Коефіцієнт автоматизації | 1,0 |
| Споживана електроенергія, кВт/год | 2,8 |
| Займає площу, м ² | 10,4 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1.2 Розробка завдання на систему автоматизації

У таблиці 1.1 «Завдання на розробку систему автоматизації» наведено умови експлуатації технологічного об'єкту та способи контролю та регулювання технологічних параметрів технологічного об'єкту [2].

Таблиця 1.1 - Завдання на розробку систему автоматизації

| № № | Машина, агрегат, установка | Параметр, місце відбору сигналу | Припустиме значення параметра | Вид автоматизації | Характер контролю чи управління | Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії | Додаткові умови |
|-----|----------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------|---------------------------------|---|-----------------|
| 1 | Колонний дифузійний апарат | Рівень | 7,8 м | Регулювання | Стабілізація | Вплив на клапан подачі жомопресової та сульфітованої води | |
| | | Тиск | 0,2 кПа | Контроль | Відображення, реєстрація | АРМ оператора | |
| 2 | Підігрівач | Температура | 75 °С | Регулювання | Стабілізація | Вплив на клапан подачі пари | |
| 3 | Ошпарювач | Рівень 1 | 3 м | Регулювання | Стабілізація | Вплив на клапан подачі циркуляційної суміші | |
| | | Рівень 2 | 2,5 м | Регулювання | Стабілізація | Вплив на клапан подачі підігрітого рециркуляційного соку | |
| 4 | Трубопровід | Витрата | 0,02 м ³ /с | Контроль | Відображення, реєстрація | АРМ оператора | |
| 5 | Збірник дифузійного соку | Рівень | 6,5 м | Регулювання | Стабілізація | Вплив на двигун Д1 насосу дифузійного соку | |
| 6 | Бурякорізка | Вал | Вкл/Викл | Управління | Відображення, реєстрація | Вплив на двигун Д5 | |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

2 Схема автоматизації

2.1 Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів та регулюючих органів

У розробленій системі автоматизації впроваджуються засоби вимірювання з вихідним уніфікованим сигналом 4..20мА, що значно спрощує вибір мікропроцесорного комплекту і дозволяє підключення командоапаратів без використання проміжних нормуючих перетворювачів.

Для вимірювання витрат дифузійного соку використовується електромагнітний витратомір типу Метран-370, який монтується безпосередньо у трубопровід подачі соку. Вибір перетворювача зумовлений густою консистенцією соку, що виключає контактний спосіб вимірювання.



Рисунок 2.1 - Витратомір типу Метран-370

Перетворювач має сенсорний дисплей, з якого покази можна знімати по місцю. Перетворювач має внутрішню пам'ять і може здійснювати облік виробленого соку.

Для вимірювання рівню у збірнику дифузійного соку, приймальному бункері та кориті ошпарювача застосовуємо радарний рівнемір типу Rosemont 5400.

| | | | | | Кваліфікаційна робота | | | |
|-----------|------|--------------|--------|------|---|----------------|------|---------|
| Змн. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Неумитий В.А | | | Розробка системи автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу на базі МПК ОВЕН 154 | Літ. | Арк. | Акрушів |
| Керівник | | Романов М.С. | | | | | | |
| Зав.каф. | | Ельперін І.В | | | | | | |
| Н. Контр. | | | | | | | | |
| Затверд. | | | | | | | | |
| | | | | | | НУХТ ЗАК-2-2СК | | |



Рисунок 2.2 - Радарний рівнемір типу Rosemont 5400

Вибір рівнеміра зумовлений методом вимірювання та безконтактним принципом дії, що дає йому змогу вимірювати висоту наповнення резервуарів навіть у задимленому чи паровому просторі. У основу роботи рівнемірів покладений принцип безконтактного радіолокаційного вимірювання відстані до рівня розділу середовищ : повітряне середовище/контрольований продукт, в процесі роботи датчик контактує з парогазовою складовою внутрішнього об'єму резервуару, а не з продуктом. Принцип вимірювання заснований на методі лінійного частотно-модульованого безперервного випромінювання.

Випромінюючою антеною радіохвиля відбивається від поверхні продукту і, через певний час, який залежить від швидкості поширення і відстані до поверхні продукту, знову потрапляє в антену. У електронному модулі датчика відбувається перетворення сигналів, випромінюваного і відбитого. В результаті на виході утворюється сигнал, частота якого дорівнює різниці частот відбитого і випромінюваного сигналів. За різницею частот визначається відстань до продукту, а потім обчислюється рівень наповнення резервуару. Використовувана радарна технологія дозволяє застосувати до обробки сигналу засоби спектрального аналізу, що забезпечують високоефективне зменшення помилкових віддзеркалень, а

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

також перешкод, пов'язаних з коливанням поверхні вимірюваного продукту і забрудненнями антени датчика рівня. Таким чином, можна з високою точністю вирахувати відстань до продукту і рівень продукту в резервуарі.

Для вимірювання перепаду тиску на ситі висолоджувача використовуємо перетворювач перепаду тисків типу САПФІР-22ДД, який володіє уніфікованим сигналом постійного струму 4..20мА. Вибір перетворювача пов'язаний з простотою в обслуговуванні та відносно низькою вартістю.



Рисунок 2.3 - Перетворювач перепаду тисків типу САПФІР-22ДД

Для вимірювання температури підігрітого дифузійного соку використовуємо перетворювач температури ДТС125. Вибір перетворювача обумовлений діапазоном вимірювання, номінальною статичною характеристикою та вихідним сигналом 4..20мА, що дозволить підключити перетворювач до уніфікованих клем ШЖ без закупівлі додаткового модуля або нормуючого перетворювача (як у випадку із звичайним термометром опору).

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |



Рисунок 2.4 - Перетворювач температури ДТС125

Для вимірювання рівню у колоні висолоджувача розробленою системою передбачається встановлення перетворювача гідростатичного рівню типу Sitrans P7MF40, який буде максимально точно вимірювати один із головних параметрів.



Рисунок 2.5 - Перетворювач гідростатичного рівню типу Sitrans P7MF40

Використання радарних рівнемірів тут недоцільне, оскільки всередині колони постійно обертаються транспортуючі лопасті привідного вала, тому

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

при проходженні радіохвильового сигналу будуть відбуватися його переривання або спотворення, що може непоправно вплинути на покази. Гідростатичний рівнемір відділений від вимірюваного середовища розділювальною мембраною, тому контакт чутливого елемента перетворювача з вимірюваним середовищем виключений. Тиск на сенсор електронного блока здійснює розділювальна рідина (силіконове масло). Діапазон вимірюваного статичного тиску рівнеміра достатній для того, щоб витримувати значне навантаження від стовпа буряководяної суміші.

Для контролю навантаження на валах двигунів транспортуючих органів ошпарювача та колонного висолоджувача у схемі використовуються реле максимального струму АЛ-5-Х, які видають дискретні сигнали при досягненні величиною сили споживаного струму критичного значення. Вартість та простота конструкції зумовили вибір та підключення реле у схему.



Рисунок 2.6 - Реле максимального струму АЛ-5-Х

Для регулювання витрат матеріальних потоків відділення у якості

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

виконавчих механізмів у розробленій системі застосовуються пневматичні мембранні виконавчі механізми типу МИМ-400/40. Виконавчі механізми мають відносно невисоку вартість, просту конструкцію та не потребують частого обслуговування.



Рисунок 2.7 - Пневматичний мембранний виконавчий механізм типу МИМ-400/40

Регулюючі клапани мають нормально закритий стан, тобто при подачі стисненого повітря набувають закритого стану, пропорційно величині тиску повітря - це обумовлено високими витратами продуктів при проведенні технологічного процесу, тому стан регулюючих органів постійно буде більше відкритим, ніж закритим, що дозволить економити кількість повітря на мембрану тарілки. Тиск управління механізмів МИМ-400/40 складає 20..100кПа.

Для регулювання частоти обертів двигуна насоса дифузійного соку перед збірником у схемі управління застосовується перетворювач частоти змінного струму Atv-58, який, попри відносно високу вартість, забезпечить управління

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

двигуном на визначеному рівні, враховуючи складність регулювання даного контуру.



Рисунок 2.8 - Перетворювач частоти змінного струму Atv-58

2.2 Схема автоматизації

У даному дипломному проєкті розробляється система автоматизації колонного дифузійного апарату цукрового заводу. Розроблена система передбачає регулювання, управління та сигналізацію основних параметрів технологічного процесу у автоматичному режимі з можливістю дистанційного управління із операторського пункту.

Системою автоматизації передбачається регулювання та контроль наступних автоматичних контурів:

- 1) регулювання рівню дифузійного соку у збірнику;
- 2) регулювання рівню у приймальному бункері ошпарювача;
- 3) регулювання рівню у кориті ошпарювача;
- 4) регулювання температури соку на виході із підігрівача;
- 5) регулювання рівню у колоні висолоджувача;
- 6) контроль навантаження на валах двигунів транспортерів ошпарювача та висолоджувача;
- 7) контроль перепаду тиску на ситі висолоджувача;
- 8) контроль витрат дифузійного соку у збірник.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Автоматичне регулювання рівню дифузійного соку у збірнику Регулювання в автоматичному режимі рівню дифузійного соку у збірнику здійснюється зміною частоти обертів двигуна насосу соку, який змінює інтенсивність перекачування соку із ошпарювача.

Рівень у збірнику вимірюється радарним рівнеміром типу Rosemont 5400 (поз. 2а), який змонтований у верхній частині збірника і видає уніфікований сигнал постійного струму 4..20мА на вхід мікропроцесорного контролера ОВЕН 154. Мікропроцесорний модуль контролера обробляє сигнал і при відхиленні поточного значення від заданого видає командні сигнали управління 4..20мА на вхід частотного перетворювача типу Atv-58 (поз. 2б), який змінює частоту обертання двигуна насосу і, відповідно, інтенсивність подачі соку із ошпарювача у збірник. Сигналом зворотнього зв'язку по даному контуру являється сигнал вимірювальної інформації 4..20мА про величину витрат соку посередництвом встановлення у трубопроводі електромагнітного витратоміром типу Метран-370 (поз. 1а).

Автоматичне регулювання рівню у приймальному бункері ошпарювача Регулювання здійснюється за рахунок зміни витрат непідігрітого дифузійного соку, що подається по обвідному трубопроводу від висолоджувача у приймальний бункер ошпарювача.

Первинним перетворювачем рівню являється радарний рівнемір типу Rosemont 5400 (поз. 3а), який встановлений у верхній частині приймального бункера. Перетворювач володіє вихідним уніфікованим сигналом 4..20мА, який надсилається на вхідні ПЗО контролера. Процесор опрацьовує величину вимірювального сигналу і у випадку виникнення сигналу розузгодження по даному контуру ПЛК генерує керуючий сигнал управління 4..20мА, який надходить на вхідні клеми електропневматичного перетворювача типу А201 (поз. 3б), що перетворює уніфікований струмовий сигнал в пропорційний пневматичний вихід 20..100кПа і подає даний сигнал до пневматичного виконавчого механізму типу МИМ-400/40 (поз. 3 в), який змінює положення

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

регулюючого клапана на трубопроводі, що веде до зміни витрат нагрітого соку.

Автоматичне регулювання рівню у кориті ошпарювача

Рівень у кориті ошпарювача регулюється зміною витрат нагрітого соку через пароконтактний підігрівач у корито на ошпарювання жому. Первинний перетворювач змонтований на верхній кришці корита, виконавчий механізм встановлений на трубопроводі нагрітого соку за підігрівачем по ходи напрямку руху соку.

Первинним перетворювачем рівню являється радарний рівнемір типу Rosemont 5400 (поз. 5а), який володіє вихідним уніфікованим сигналом 4.20мА та надсилає його на вхідні ПЗО контролера. Процесор опрацьовує величину вимірювального сигналу і у випадку виникнення сигналу розузгодження по даному контуру ПЛК генерує керуючий сигнал управління 4..20мА, який надходить на вхідні клеми електропневматичного перетворювача типу А201 (поз. 5б), що перетворює уніфікований струмовий сигнал в пропорційний пневматичний вихід 20..100кПа і подає даний сигнал до пневматичного виконавчого механізму типу МИМ-400/40 (поз. 5в), який змінює положення регулюючого клапана на трубопроводі, що веде до зміни витрат нагрітого соку.

Регулювання температури соку на виході із підігрівача

Автоматичне регулювання температури соку здійснюється за рахунок зміни витрат гріючої пари, що поступає у пароконтактний підігрівач. Первинний перетворювач встановлений на вихідному патрубку підігрівача, виконавчий механізм встановлений на паропроводі гріючої пари.

Вимірювання температури здійснюється перетворювачем температури типу ДТС125 (поз. 6а), який під'єднується до аналогового вхідного ПЗО контролера. Перетворювач має вихідний уніфікований сигнал 4..20мА. У випадку зміни температури мікропроцесор надсилає сигнали управління на електропневматичний перетворювач типу А201 (поз. 6б), які перетворюють

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

уніфіковані струмові сигнали 4..20мА у пропорційні пневматичні уніфіковані сигнали 20.. 100 кПа для подачі на пневматичні мембранні виконавчі механізми типу МИМ-400/40 (поз. бв). За рахунок зусилля стисненого повітря, яке діє на мембрану тарілки виконавчого механізму змінюється положення регулюючих клапанів на паропроводі.

Автоматичне регулювання рівню у колоні висолоджувача

Регулювання в автоматичному режимі рівню у колоні висолоджувача здійснюється зміною витрат жомопресової та сульфітованої води у колону висолоджувача. Первинний перетворювач змонтований безпосередньо на колоні висолоджувача у нижній його половині і приєднаний до стінки установки за допомогою фланцевого з'єднання.

Вимірювання рівню здійснюється вимірювальним перетворювачем гідростатичного тиску типу Sitrans P7MF40 (поз. 7а), який надсилає сигнал вимірювальної інформації до ПЛК ОВЕН 154. Сигнал обробляється відповідно до програми користувача і у випадку виникнення сигналу розузгодження по даному каналу ПЛК генерує командний сигнал, пропорційний величині сигналу розузгодження, який надсилається на входи електропневматичних перетворювачів типу А201 (поз. 7б, 7г), де перетворюється у пневматичну уніфіковану форму 20..100кПа та подається на входи виконавчих механізмів типу МИМ-400/40 (7в, 7д). Механізми змінюють положення регулюючих органів, які регулюють витрати сульфітованої та жомопресової води у певній пропорції.

Автоматичний контроль навантаження на валах двигунів транспортерів ошпарювача та висолоджувача

Для запобігання перевантаженню двигунів транспортерів висолоджувача та ошпарювача системою автоматизації передбачається аварійна зупинка двигуна М3 насосу сокостружкової суміші (у випадку перевантаження висолоджувача) та двигуна М5 бурякорізки (у випадку перевантаження ошпарювача).

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Контроль навантаження двигунів М2, М4 здійснюється за допомогою двох реле максимального струму типу АЛ-5-Х (поз. 8а, 9а), які встановлюються по місцю та підключаються до ПЗО дискретного вводу мікропроцесорного пристрою. При досягненні критичної величини споживаного двигунами струму спрацьовують вихідні контакти реле і дискретний сигнал подається на вхід контролера. Після отримання сигналу ПЛК припиняє живлення двигуна бурякорізки або двигуна насосу сокостружкової суміші відповідно - тимчасово двигуни зупиняються до досягнення величиною сили споживаного струму до допустимих меж. Живлення двигунів здійснюється через нереверсивні магнітні пускачі типу ПМЛ-2110 (поз. КМ1, КМ2), дистанційне управління забезпечується встановленням на щиті управління кнопочних постів типу ПKE-112-2 (поз. SB1, SB2).

Автоматичний контроль перепаду тиску на ситі висолоджувача

Контроль перепаду тиску на ситі висолоджувача необхідний для своєчасного визначення моменту, коли сито висолоджувача забите. Це досягається вимірюванням перепаду тиску перед ситом та після сита. Вимірювальний перетворювач встановлений по місцю, до точок контролю під'єднаний за допомогою імпульсних трубок.

Вимірювання перепаду тиску здійснює вимірювальний перетворювач типу Сапфір-22-ДД (поз. 4а) і володіє електричним уніфікованим сигналом постійного струму 4..20м А. Сигнал вимірювальної інформації з перетворювача поступає на вхід аналогових ПЗО мікропроцесорного контролера ОВЕН 154, який видає оператору світловий сигнал за допомогою сигнальної лампи HL2, що означає необхідність очищення сита.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

2.3 Специфікація засобів автоматизації

Специфікація комплексу технічних засобів розробленої системи автоматизації наводиться у таблиці 2.3.1.

Таблиця 2.3.1. Специфікація засобів автоматизації

| № п\п | Найменування і технічна характеристика виробу | Тип, марка | Одиниці | Потреба | Примітка |
|------------|--|---------------|---------|---------|--------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1а, 1б | Витратомір електромагнітний. Призначений для вимірювання об'ємних витрат електропровідних рідин. Основна приведена похибка $\pm 0,5\%$. Мінімальна електропровідність рідини -5-КГ*См/м. Ду 400мм. Діапазон 35..1000м ³ /год. Вихідний сигнал 4..20 мА. Напруга живлення 6. .40В | Метран-370 | шт | 1 | ТОВ "Метран" м. Челябінськ |
| 2а, 3а, 5а | Радарний рівнемір Призначений для безконтактного вимірювання висоти наповнення резервуарів. Діапазон вимірювання 0..ЛОм. Вихідний сигнал 4..20мА. Напруга живлення 9..36В | Rosemont 5400 | шт | 3 | Emerson Process Management США |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Продовження таблиці 2.3.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----|---|----------------|----|---|----------------------------|
| 4а | Вимірювальний перетворювач перепаду тиску. Призначений для вимірювання перепаду рівню рідин. Діапазон вимірювання 0..630кПа. Допустимий надлишковий тиск ібМПа. Межа допустимої похибки $\pm 1\%$. Вихідний сигнал 4..20мА | Сапфір-22-ДД | шт | 1 | тов "Промприлад" м. Харків |
| 6а | Вимірювальний перетворювач температури. Призначений для вимірювання ступеню нагрітості тіл та речовин. НСХ 100М. Клас допуску С. Температурний діапазон - 50..+100°C. Межа допустимої похибки $\pm 1\%$. Вихідний сигнал 4..20мА | ДТС125 | шт | 1 | Компанія "ОВЕН" м. Москва |
| 7а | Перетворювач гідростатичного рівню. Призначений для вимірювання гідростатичного рівня рідин та сумішей у резервуарах. Діапазон вимірювання 0..ЛОм. Вихідний сигнал 4..20мА. | Sitrans P7MF40 | шт | 1 | "Siemens" Німеччина |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Продовження таблиці 2.3.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------|--|--------|----|---|------------------------------------|
| 8а, 9а | Реле максимального струму. Призначене для вимірювання максимально високого струму, що поступає для живлення електричних приводів з подальшою видачею дискретного сигналу у схеми керування. Вихідний сигнал - 220В | АЛ-5-Х | шт | 2 | товсв "Альтера" м. Харків |
| 26 | Перетворювач частоти змінного електричного струму. Призначений для зміни частоти обертів асинхронних двигунів в залежності від величини управляючого сигналу за рахунок зміни частоти струму, що подається для живлення двигунів. Діапазон вихідних частот 0,1..500Гц. Максимальна напруга управління 380В | Atv-58 | шт | 3 | Schneider Electric Німеччина |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Продовження таблиці 2.3.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------------------|---|----------------|-----|---|--|
| 36, 56, 66, 76, 7г | Перетворювач електропневматичний. Призначений для безперервного перетворення аналогового уніфікованого сигналу в уніфікований пневматичний вихід 20.. 100 кПа. Клас точності 1. Живлення 140 кПа. Вхідний сигнал 4.. 2 Ом А | A201 | ПІТ | 5 | "Aplisens" Варшава |
| 3в, 5в, 6в, 7в, 7д | Механізм виконавчий мембранний пневматичний. Призначений для переміщення регулюючих органів у системах автоматичного регулювання. Вхідний сигнал 20.. 100 кПа. Діаметр тарілки мембрани 400мм. Повний хід штоку 40мм. | МИМ- 400/40 | шт | 5 | Завод "Теплоприлад" м. Чебоксари |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3 Проектне компонування промислового логічного контролера та схеми підключення

3.1 Проектне компонування промислового логічного контролера

Враховуючи каналність розробленої системи автоматизації колонної дифузійної установки, обираємо мікропроцесорний комплект автоматизованої системи управління. Мікропроцесорним пристроєм, який буде функціонально відповідати вимогам даної системи, обираємо ПЛК серії ОВЕН 154. Контролери системи ОВЕН 154 - це модульна серія мікропроцесорних контролерів, які програмуються в програмному середовищі CoDeSys і мають вбудовану робочу пам'ять без додаткової карти пам'яті, а також вбудоване ПЗУ для тривалого зберігання програм і даних, гтдк цієї серії мають вбудоване ОЗУ з резервним живленням від акумулятора, підтримують стандартні карти ММС для зберігання програм і даних, вбудований порт МРІ.

За допомогою ПЛК цієї серії реалізуються задачі управління у складі централізованих та розподілених систем, можливості таких ПЛК можна нарощувати за допомогою модулів розширення, причому система забезпечує можливість підключення до 32 модулів розширення в один ряд. ПЛК цієї серії відрізняються компактною конструкцією. В комплект поставки також входять фронтальні з'єднувачі, ПЛК має вбудований годинник реального часу.

Для забезпечення проведення процесу у безаварійному режимі та дотримання усіх параметрів процесу на належному рівні комплектуємо мікропроцесорний пристрій необхідними модулями вводу/виводу вимірювальної інформації.

| | | | | | Кваліфікаційна робота | | | |
|-----------|------|--------------|--------|------|---|----------------|------|---------|
| Змн. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Неумитий В.А | | | Розробка системи автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу на базі МПК ОВЕН 154 | Літ. | Арк. | Акрушів |
| Керівник | | Романов М.С. | | | | | | |
| Зав.каф. | | Ельперін І.В | | | | | | |
| Н. Контр. | | | | | | | | |
| Затверд. | | | | | | | | |
| | | | | | | НУХТ ЗАК-2-2СК | | |

Основним документом при замовленні МПК є замовна специфікація, в якій вказується модель, кількість модулів та їх опис. Замовна специфікація наведена в таблиці 2.4.1.

Таблиця 2.4.1. Замовна специфікація мікропроцесорного комплекту

| № п/п | Найменування блока, його параметри | Кількість |
|--------------|--|-----------|
| 1 | 2 | 3 |
| ОВЕН 154 | Мікропроцесорний контролер | 1 |
| ОВЕН 154-220 | Мікропроцесорний модуль | 1 |
| МВ110-8А | Модуль аналогового вводу вимірювальної інформації | 1 |
| МУ110-8И | Модуль аналогового виводу вимірювальної інформації | |
| МВ110-8Р | Модуль дискретного вводу вимірювальної інформації | |

3.1 Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

Принципову схему регулювання, управління та сигналізації зображено на аркуші 3 графічної частини проекту.

Враховуючи каналність спроектованої системи автоматизації, вхідними ПЗО тут вибрано один восьмиканальний модуль дискретного вводу вимірювальної інформації, два чотириканальних модулі аналогового вводу інформації типу ОВЕН 154, а вихідними ПЗО являються один

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

чотириканальний модуль дискретного виводу інформації типу , один восьмиканальний модуль дискретного виводу інформації типу МУ110-8Р, а також 2 чотириканальні модулі аналогового виводу вимірювальної інформації.

За допомогою вхідних модулів здійснюється гальванічне розділення елементів системи та перетворення вхідного сигналу будь-якого формату у пропорційний цифровий сигнал для подачі на процесорний модуль. Мікропроцесор ОВЕН154-220 зчитує цифровий сигнал вимірювальної

інформації та порівнює його із заданими значеннями, які вводяться із програмою користувача у програмному середовищі CoDeSys. У випадку відхилення поточних значень вимірювальних величин від заданих або при досягненні окремими параметрами певних значень мікропроцесор видає цифрові командні сигнали, які поступають на вихідні модулі, які перетворюють цифрові сигнали процесора в пропорційні аналогові сигнали постійного струму або дискретні сигнали, які поступають на електропневматичні перетворювачі та катушки магнітних пускачів електричних двигунів.

Електропневматичні перетворювачі перетворюють сигнал постійного струму 4..20мА у пропорційний пневматичний вихід 20..100кПа.

Схема сигналізації в себе світлову сигналізацію та технологічну індикацію про входження технологічних параметрів у передаварійні межі, а також поточні дані про стан обладнання чи режими роботи останнього. Світлова сигналізація здійснюється встановленням та підключенням на щиті управління сигнальних ламп HL1 - HL5.

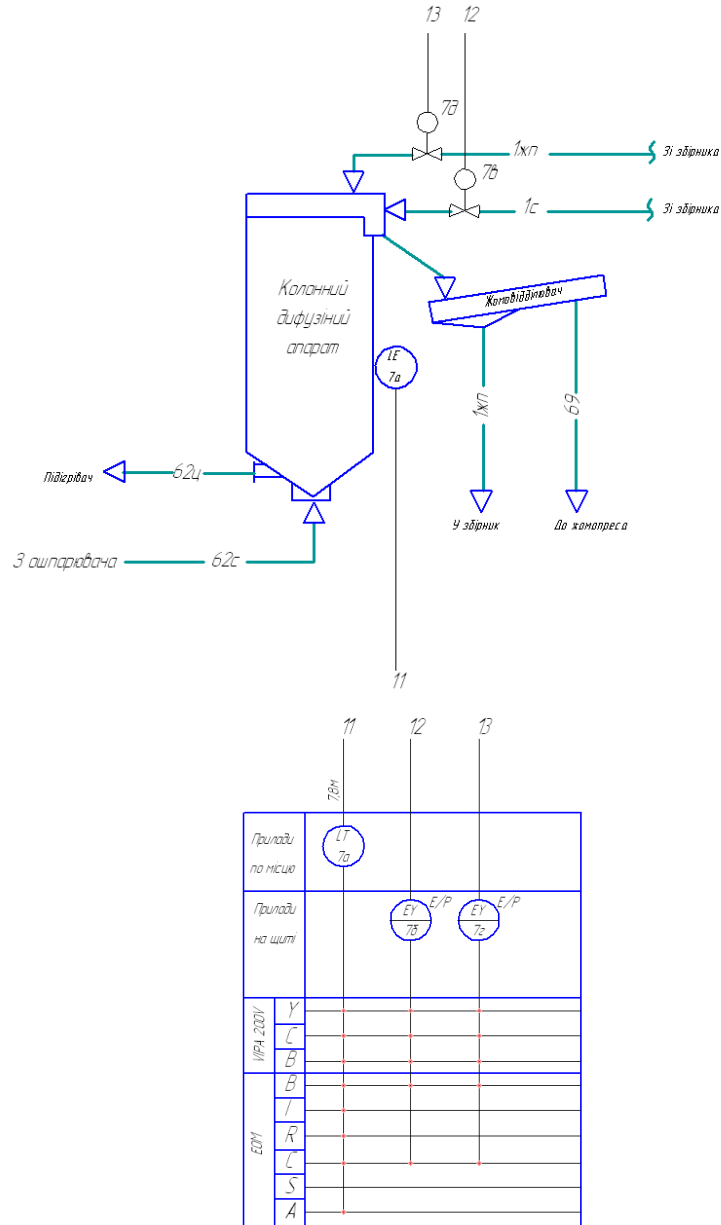
Сигнал управління поступає на сигнальні лампи у вигляді дискретного вихідного сигналу. Інформація про зазначені відхилення чи режими сигналізують про граничні значення певних параметрів і певні обставини протікання технологічного процесу та операції, пов'язані із змінами режиму процесу.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3.2 Розширені схеми підключення для окремого контуру

Контур регулювання рівня в колонному дифузійному апараті

На рисунку 3.1. зображено фрагмент функціональної схеми контуру регулювання рівня в колонному дифузійному апараті.



| Умовне позначення | Назва |
|-------------------|---------------------|
| - 1с - | Сульфитована вода |
| - 1жп - | Жомпресова вода |
| - 62с - | Сокастружкова суміш |
| - 62ц - | Циркуляційна суміш |
| - 69 - | Жом |

Рисунок 3.1 - Фрагмент функціональної схеми контуру регулювання рівня в колонному дифузійному апараті

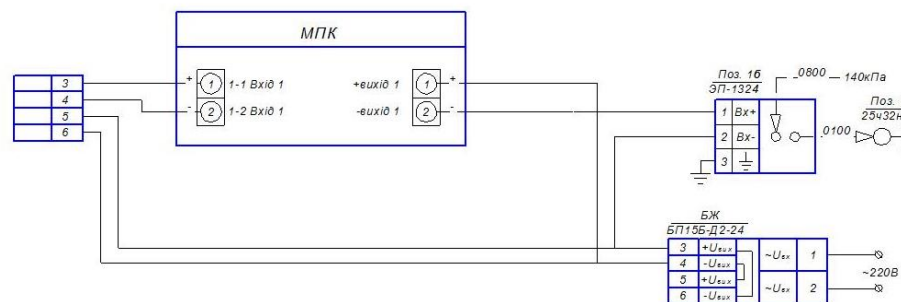


Рисунок 3.2 - Розширена схема підключення датчика рівня до контролера

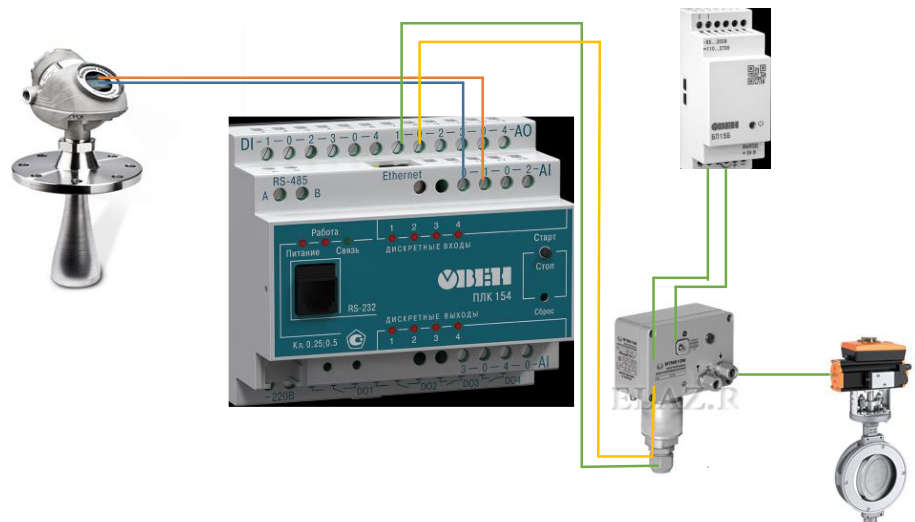


Рисунок 3.3 - Графічна схема підключення датчика рівня до контролера

4 Креслення встановлення технічного засобу

Креслення встановлення технічних засобів зображене на аркуші 2 графічної частини проекту. На ньому показане встановлення електромагнітного витратоміра Метран-370 на трубопроводі дифузійного соку та радарного рівнеміра Rosemont 5400 на кришці збірника дифузійного соку.

Витратомір складається з датчика витрат Метран-371 і перетворювача 8732С. Датчик витрат встановлюється безпосередньо в трубопровід і являє собою трубу із нержавіючої сталі (футеровано! зсередини фторопластом), з привареними до неї фланцями; на трубі встановлено дві котушки індуктивності (індуктор) і два ізольованих від труби електроди. Електроди і індуктор герметично захищені кожухом, що складається з двох напівциліндрів, приварених до двох кілець, встановлених на трубі. До кожуха кріпиться стійка, на якій розміщена плата з клемми для підключення до перетворювача. У корпусі перетворювача встановлені електронний блок, локальний операторський інтерфейс ЛОІ (опція), вихідні клемми, клемми живлення і заземлення.

Електромагнітний витратомір монтується на прямолінійній ділянці трубопроводу, яка повинна складати за межами витратоміра мінімальну довжину 5Dу по обидва боки. До трубопроводу витратомір приєднується за допомогою фланцевого з'єднання чотирма болтами М6Х1 з обох сторін.

Радарний рівнемір під'єднується до вимірювальної ємності на верхній кришці за допомогою приєднувального патрубку з фланцем.

Для досягнення високої якості і точності вимірів при використанні рівнеміра серії Rosemont 5400 в процесі монтажу необхідно брати до уваги наступні рекомендації:

| | | | | | Кваліфікаційна робота | | | |
|-----------|------|--------------|--------|------|---|----------------|------|---------|
| Змн. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Неумитий В.А | | | Розробка системи автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу на базі МПК ОВЕН 154 | Літ. | Арк. | Акрушів |
| Керівник | | Романов М.С. | | | | | | |
| Зав.каф. | | Ельперін І.В | | | | | | |
| Н. Контр. | | | | | | | | |
| Затверд. | | | | | | | | |
| | | | | | | НУХТ ЗАК-2-2СК | | |

1) Рівнемір слід встановлювати в місцях, звідки чітко і безперешкодно є видимим рівень поверхні і немає вірогідності попадання будь-яких перешкод в зону поширення радарного променя.

2) Встановлювати рівнемір із зсувом від центра.

3) Встановлювати рівнемір якнайдалі від ввідних патрубків для наливання продукту.

4) Об'єкти і наливні отвори, що створюють турбулентність, повинні знаходитися в стороні від вимірювального радарного променя.

5) Для отримання максимально вузького радарного променя необхідно використовувати антену як можна більшого діаметру, оскільки вона концентрує радарний промінь і менш сприйнятлива до завад від механічних перешкод. Крім того, вона забезпечує максимальний коефіцієнт спрямованої дії.

6) Для зменшення впливу турбулентності або спінювання на процес вимірювання застосовують байпасні пристрої.

7) Антена має бути вирівняна вертикально (відхилення від вертикальної осі рівнеміра допускається в межах одного градуса).

8) Для найбільшої ефективності вимірювання антена повинна виступати за межі патрубка на 10мм або більше.

9) Завдяки круговій поляризації не існує вимог до відстані від антени до стінки резервуару, якщо стінка плоска і не існує таких перешкод, як нагрівальні спіралі і трапи. Оптимальна відстань складає $1/3$ радіуси резервуару.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

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

Алгоритм зображено на рисунку 5.1.

Після натискання оператором кнопки "Пуск" відбувається ініціалізація системи. Включаються двигуни М3, М5 надсилається максимальний сигнал на двигун М1, вмикається регулятор рівню в збірнику. Рівень регулюється зміною частоти обертів двигуна насосу.

Після цього вмикається віртуальний регулятор рівню у приймальному бункері ошпарювача. Рівень регулюється зміною положення регулюючого органу на трубопроводі подачі дифузійного соку у бункер.

Далі за алгоритмом вмикається регулятор рівню у кориті ошпарювача. Рівень регулюється зміною положення регулюючого органу на трубопроводі подачі підігрітого соку у корито ошпарювача.

Потім вмикається регулятор температури підігрітого соку. Температура регулюється зміною положення регулюючого органу на лінії подачі гріючої пари у пароконтактний підігрівач.

При поступанні сокостружкової суміші у колону висолоджувача автоматично вмикається віртуальний регулятор рівню у колоні. Рівень регулюється зміною положення регулюючих органів на трубопроводах подачі сульфатованої та жомопресової води у колону висолоджувача.

При перевантаженні двигуна транспортера висолоджувача вимикається двигун насосу сокостружкової суміші і вмикається відповідна сигнальна лампа.

| | | | | | Кваліфікаційна робота | | | |
|-----------|------|--------------|--------|------|---|----------------|------|---------|
| Змн. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Неумитий В.А | | | Розробка системи автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу на базі МПК ОВЕН 154 | Літ. | Арк. | Акрушів |
| Керівник | | Романов М.С. | | | | | | |
| Зав.каф. | | Ельперін І.В | | | | | | |
| Н. Контр. | | | | | | | | |
| Затверд. | | | | | | | | |
| | | | | | | НУХТ ЗАК-2-2СК | | |

При перевантаженні двигуна транспортера ошпарювача вимикається двигун бурякорізки і вмикається відповідна сигнальна лампа.

Після натискання оператором кнопки "Стоп" вимикаються усі двигуни станції і регулюючі органи набувають початкового положення.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

5.1 Блок схема програми

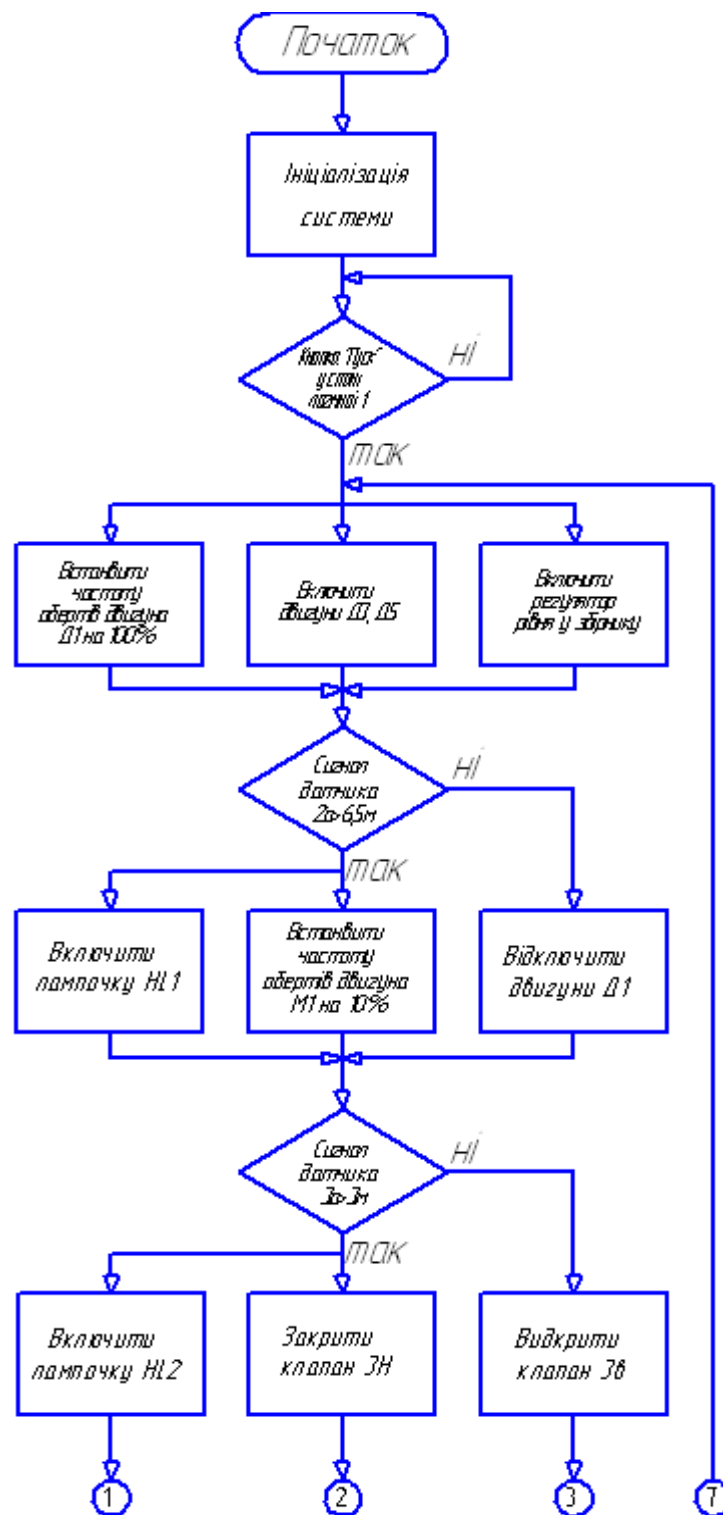


Рисунок 5.1.1 - Блок схема алгоритму регулювання.

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

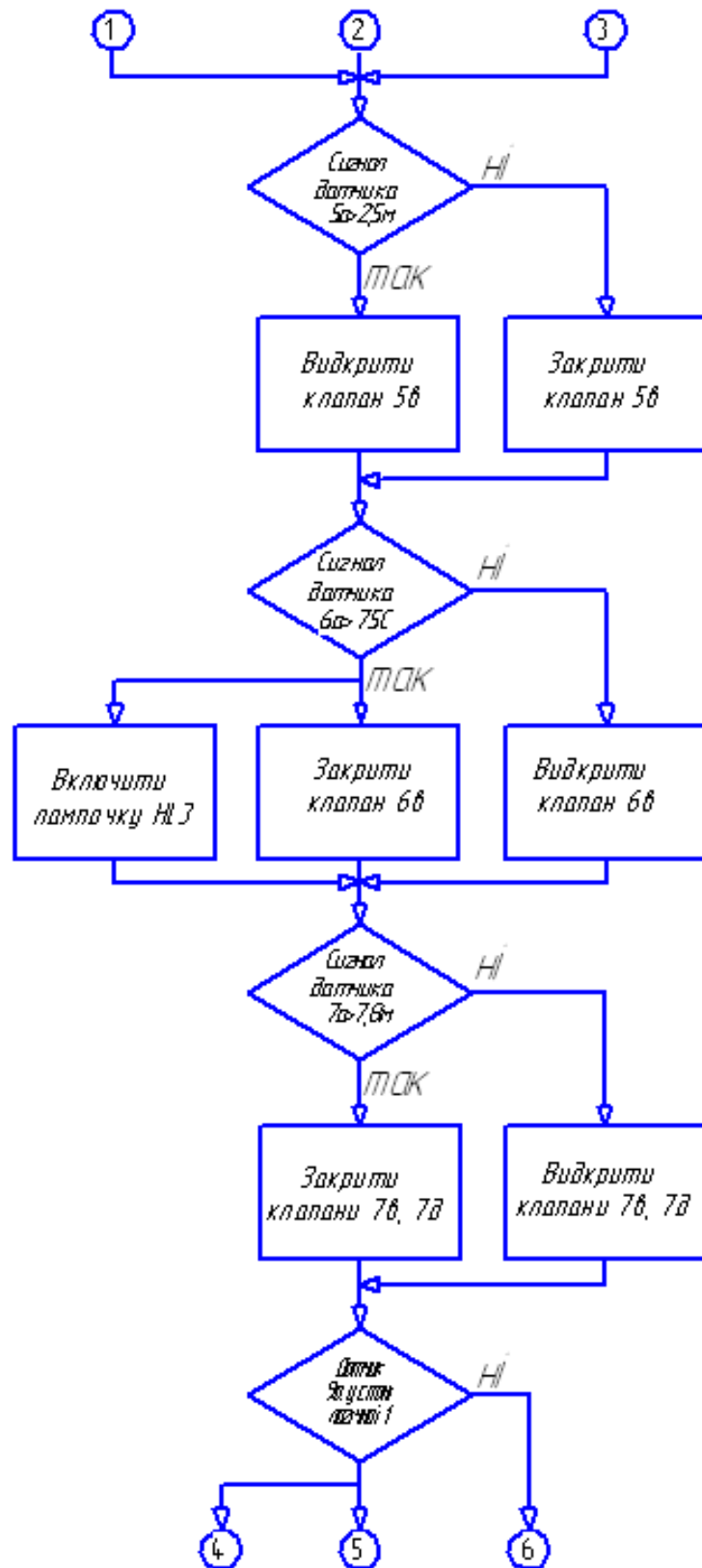


Рисунок 5.1.2 - Блок схема алгоритму регулювання.

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

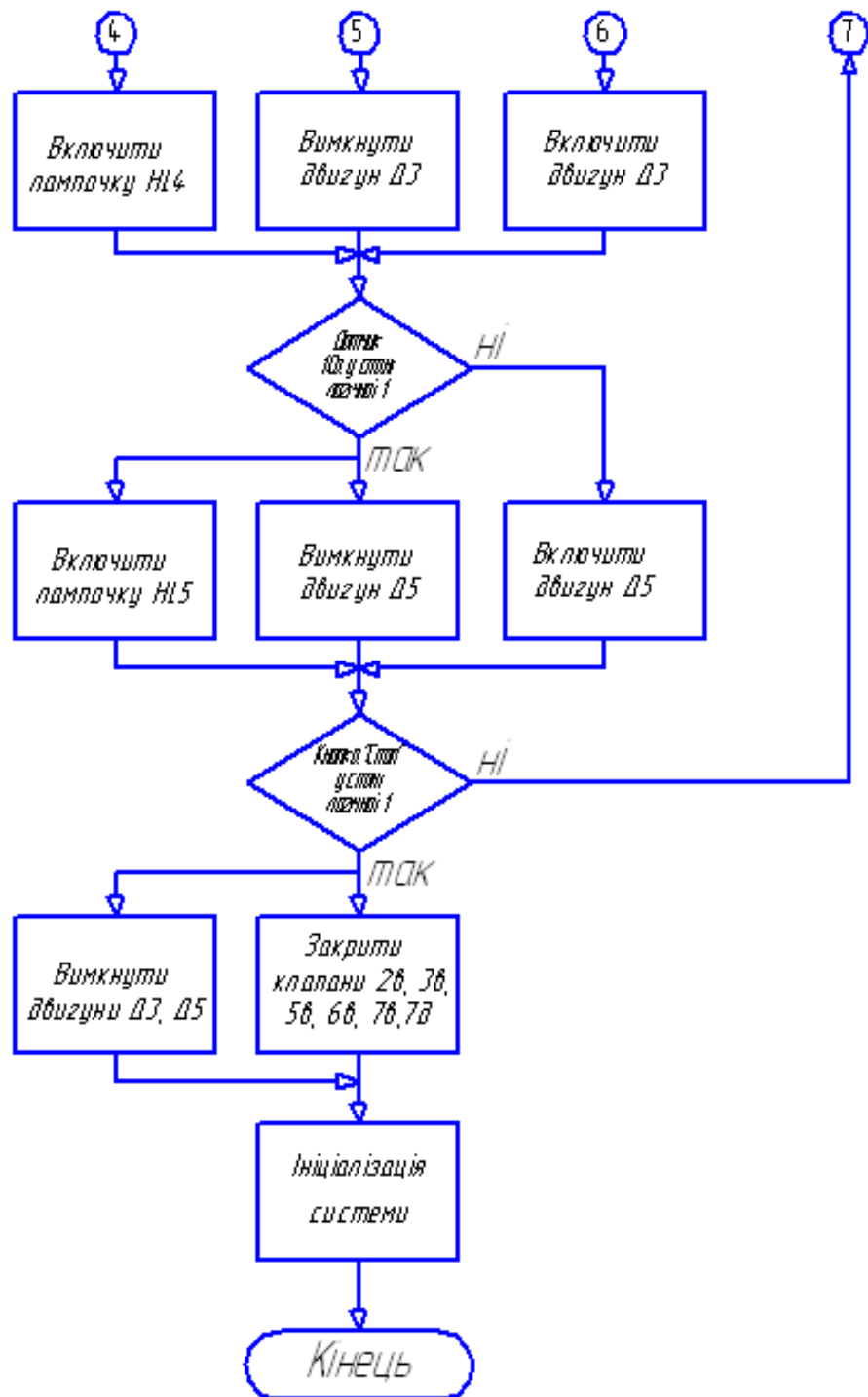


Рисунок 5.1.3 - Блок схема алгоритму регулювання.

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

5.2 Алгоритм програми для ПЛК на мові ST

```
IF I0.0 THEN
SET D3;
SET D5;
SET D1;
MW100:=100;
END IF;
IF IW260>650 THEN
PID (" ,IW260,QW256,M5,MW20:43);
SET HL1;
SET M1;
MW101:=10;
MW102:=0;
MW 103:=350(П -складова);
MW 104:=150 (І -складова);
MW 105:=0 (Д-складова);
MW 106:=32 000;
MW107:=0;
MW 108:=32000;
MW 109:=32000;
MW110:=0;
MW111:=0;
IF IW260<650 THEN
RESET D1;
END IF;
IF IW262>300 THEN PID(" ,MW262,
QW258,M5,MW20:43);
SET HL2;
SET 3B;
MW112:=32000;
```

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

```

MW113:=0;
MW114 :=350(П-складова);
MW115:=150 (І-складова);
MW116:=0 (Д-складова);
MW117:=32000;
MW118:=0;
MW119:=32000;
MW120:=3200;
MW121:=0;
MW122:=0;
IF IW262>300 THEN
RESET 3H;
END IF;
IF IW266<250 THEN PID(7MW266,
QW260,M5,MW20:43);
SET 5B;
MW123:=32000;
MW124:=0;
MW125:=250(П -складова);
MW126:=150 (І-складова);
MW127:=50 (Д-складова);
MW128:=32000;
MW129:=0;
MW130:=32000;
MW131 :=32000;
MW132:=0;
MW133:=0;
IF IW266>250 THEN
RESET 5B;
END IF;

```

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

```

IF IW266 >75 THEN
PID ("IW266,QW260,M5,MW20:43);
SET HL3;
RESET 6B;
MW134 :=32000;
MW135 :=0;
MW 13 6 :=250(П - складова);
MW137:=150 (І-складова);
MW138:=0 (Д-складова);
MW139:=3 2000;
MW140 :=0;
MW141 :=32000;
MW142:=32000;
MW143:=0;
MW 144 :=0;
IF IW266 <75 THEN
RESET 6B;
END IF;
IF %11.1 THEN RESET %Q2.1;
%MW145=0;
END IF;

```

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

6 Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

6.1 Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI

Програмувати контролери можна за допомогою функціонального плану FBD, контактного плану LAD і списку операторів STL. Моніторинг технологічного процесу та людино-машинний інтерфейс розробленої системи реалізується за допомогою програмного SCADA-пакету InTouch v10.

Основний сервер реального часу SCADA InTouch називається монітором реального часу (МРЧ). МРЧ SCADA InTouch здійснює прийом даних з контролерів, модулів вводу/виводу і систем телемеханіки (RTU) через вбудовані протоколи, драйвери, OPC або DDE-клієнти. У МРЧ вбудовані безкоштовні драйвери для більш ніж 1500 PLC і модулів ПЗО. Крім того, кожен сервер SCADA має вбудовану підтримку протоколів M-LINK (RS 485/232) та I-NET для зв'язку із виконавчими модулями.

МРЧ здійснює первинну обробку інформації (фільтрація, масштабування, контроль меж і так далі), управління і регулювання технологічним процесом, перерозподіл даних по локальній мережі, візуалізацію інформації на мнемосхемах і трендах (HMI), розрахунок техніко-економічних параметрів (ТЭП) і статистичних функцій, ведення історичних архівів, забезпечення зв'язку із додатками через SQL/ODBC і вбудований OPC -сервер.

МРЧ SCADA InTouch має в розпорядженні власну, засновану на пріоритетах систему реального часу. Мінімальний час реакції МРЧ складає 0,01с. МРЧ дає можливість налаштування тимчасових параметрів системи реального часу. Перерозподіл тимчасових ресурсів обчислювального ядра, або пріоритетів окремих завдань може бути запрограмоване або введене інтерактивно.

| | | | | | Кваліфікаційна робота | | | |
|-----------|------|--------------|--------|------|---|----------------|------|---------|
| Змн. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Неумитий В.А | | | Розробка системи автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу на базі МПК ОВЕН 154 | Літ. | Арк. | Акрушів |
| Керівник | | Романов М.С. | | | | | | |
| Зав.каф. | | Ельперін І.В | | | | НУХТ ЗАК-2-2СК | | |
| Н. Контр. | | | | | | | | |
| Затверд. | | | | | | | | |

6.2 Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Дисплейна мнемосхема розробленої системи автоматизації, яка буде здійснювати моніторинг технологічного процесу у реальному часі, реалізована у програмному SCADA-пакеті InTouch v10.

Пакет має в розпорядженні систему єдиного мережевого часу. Процеси в мережевих комплексах InTouch v10 підтримують функцію синхронізації мережевого часу, що дозволяє однозначно прив'язувати технологічні події до тимчасової шкали, яким би з 200 мережевих ПК вони не були зафіксовані. Точність тимчасових міток складає Імс.

До складу МРВ входить графічна НМІ-консоль, що забезпечує візуалізацію інформації про технологічний процес на динамічних мнемосхемах засобами об'ємної графіки. У НМІ монітора реального часу використовуються більш ніж 200 різновидів форм графічного відображення інформації. Серед них динамічний текст, гістограми, кнопки, тренди, кольорові індикатори, графічні індикатори, відеокліпи, ActiveX-компоненти тощо.

Система управління тривогами МРЧ забезпечує автоматичне генерування аналогових (відхилення величини від заданої), цифрових (зміна стану), складених (поєднання декількох подій) і генерованих користувачем алармів. Усі аларми розбиваються по пріоритетах і записуються в звіт тривоги. Можлива розсилка тривожних повідомлень по e-mail. Функції перегляду звіту тривоги вбудовані в будь-який монітор реального часу. В реальному часі користувач може здійснювати групування алармів, фільтрацію, маскування і виведення на друк. Для глобального управління і аналізу алармів в розподіленій АСУТП застосовується спеціалізований модуль - консоль тривоги [8].

Оператор має змогу дистанційно управляти процесом завдяки наявності та програмному підключенню так званих "джинів", які знаходяться

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

на мнемосхемі у вигляді кнопок та керуючих пристроїв.

Дисплейна мнемосхема розробленої системи автоматизації процесу дифузії (рис. 6.1), яка буде здійснювати моніторинг технологічного процесу у реальному часі, реалізована у програмному SCADA-пакеті InTouch v10.

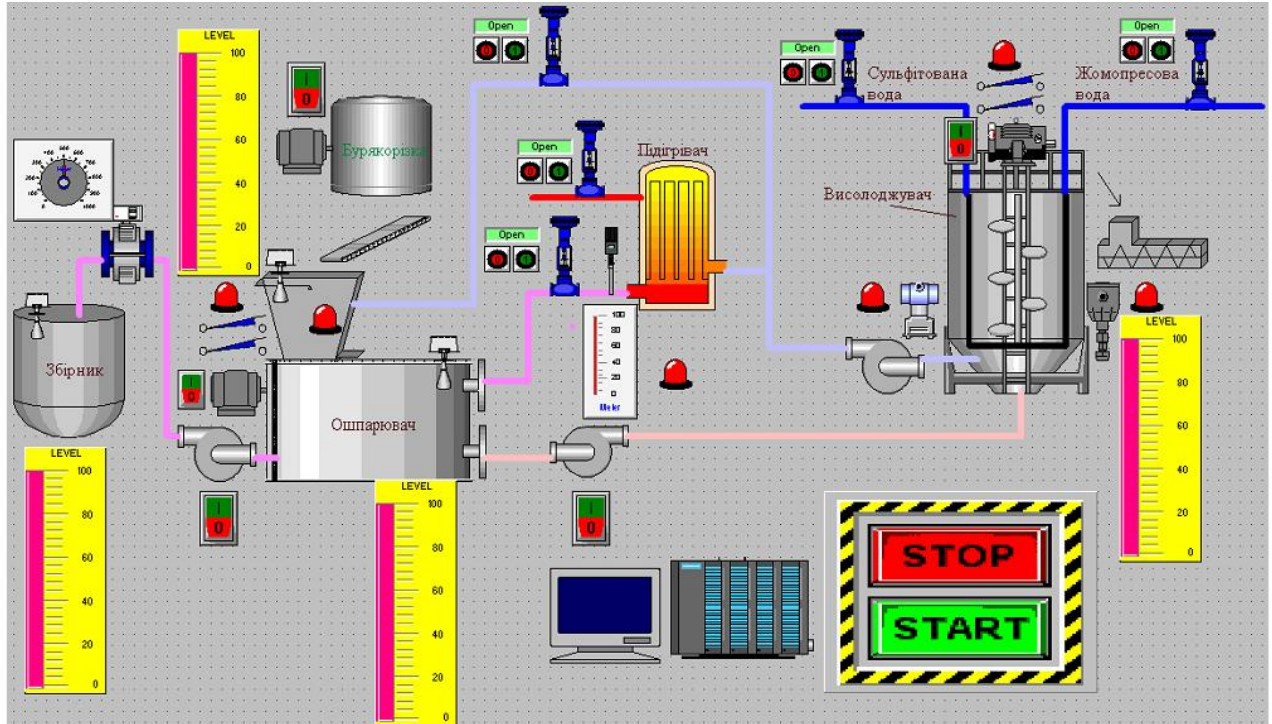


Рисунок 6.2.1 – SCADA система процесу дифузії.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

| | |
|------|--|
| F563 | Максимально допустима температура двигуна ДЗ |
| D045 | Включення ручного режиму двигуна ДЗ |

Рисунок 6.2.2 – Екран алармів і попереджень

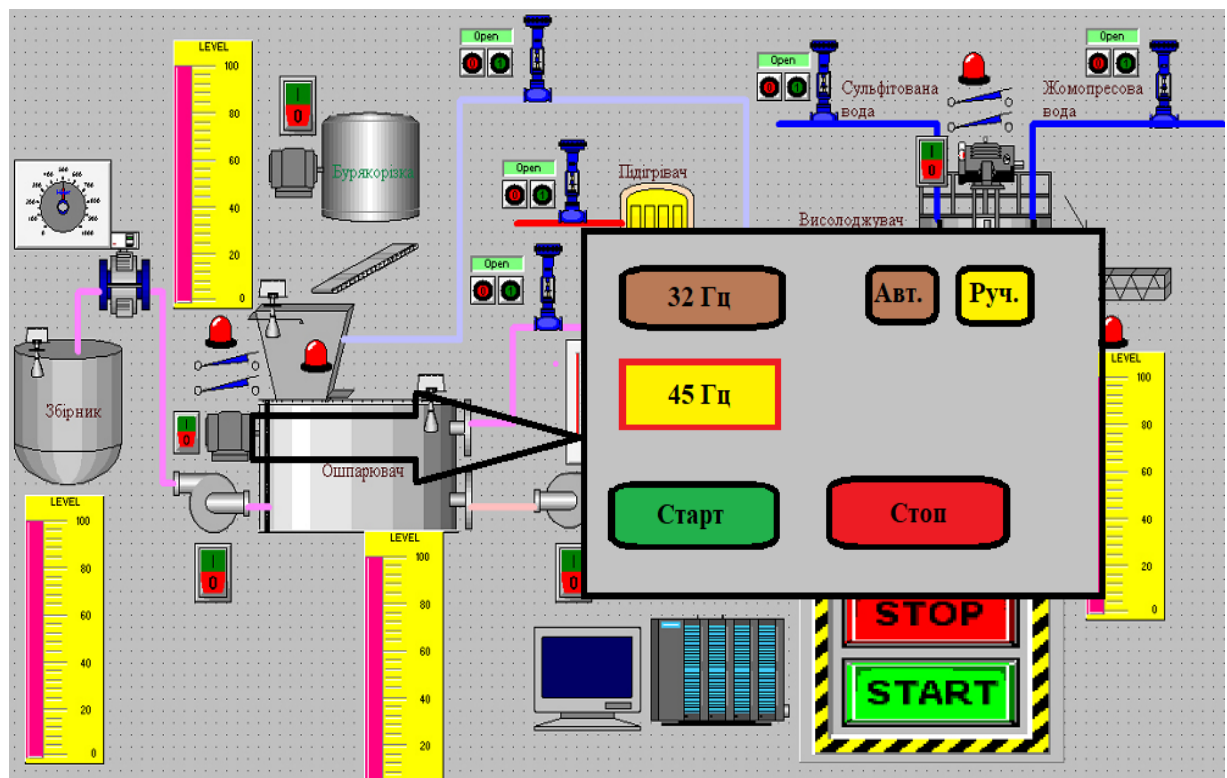


Рисунок 6.2.3 – Опції управління двигуном ДЗ

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

7 Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання

7.1 Постановка задачі дослідження

У даному проєкті виникла необхідність регулювання параметрів колоної дифузії для досягнення високих техніко-економічних показників.

Для виконання даного завдання необхідно вибрати, розрахувати та провести комп'ютерне моделювання регулятора для заданої САР.

Для комп'ютерного моделювання буде використовуватись середовище MATLAB. Воно має широкий пакет функції та ідеально підходить для роботи з математичними моделями, графіками, матрицями та алгоритмами.

7.2 Вибір об'єкта керування та його математичної моделі

Об'єктом регулювання вибираємо рівень і подачу бурякової стружки і дифузійного соку в ошпарювач який нагрітий в теплообміннику до температури 78°C. І далі передається під нагнітаючим тиском двигуна у колону де підтримує певний рівень за допомогою регулятора.

Отож, регульована змінна це – оптимізація і стабілізація продуктивності бурякорізок, підтримування рівня в колоні установки і відкачки дифузійного соку. Основним збуренням вважається витрата бурякової стружки.

В якості математичної моделі було вибрано аперіодичну ланку першого порядку, параметри якої вказані на рисунку нижче (рис 7.1).



Рисунок 7.1 – Аперіодична ланка об'єкту регулювання

| | | | | | Кваліфікаційна робота | | | |
|-----------|------|--------------|--------|------|---|----------------|------|---------|
| Змн. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Неумитий В.А | | | Розробка системи автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу на базі МПК ОВЕН 154 | Літ. | Арк. | Акрушів |
| Керівник | | Романов М.С. | | | | | | |
| Зав.каф. | | Ельперін І.В | | | | | | |
| Н. Контр. | | | | | | | | |
| Затверд. | | | | | | | | |
| | | | | | | НУХТ ЗАК-2-2СК | | |

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 (рис 7.2).

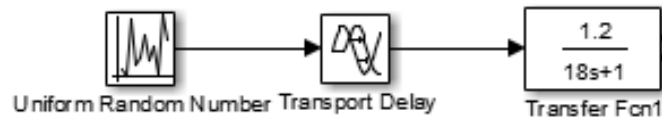


Рисунок 7.2 – Ланка збурення

7.3 Моделювання САР

Розроблена структурна схема САР з ПІД-регулятором наведено на рис 7.3.

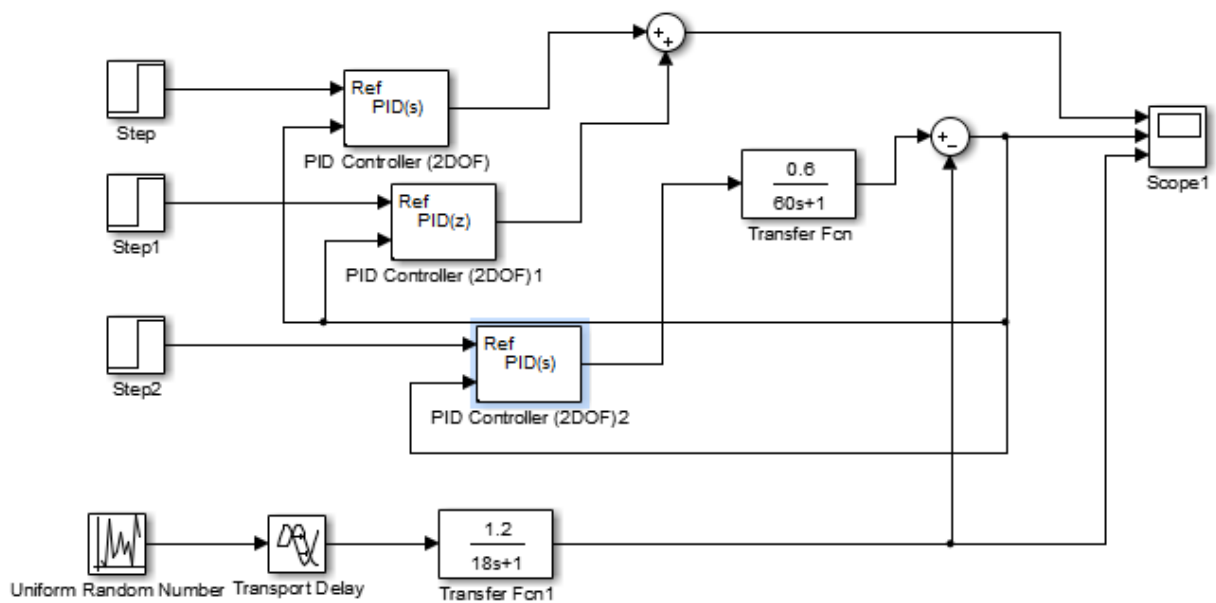


Рисунок 7.3 – Структурна схема САР з ПІД-регулятором

Параметри ПІД-регуляторів підібрано за допомогою вбудованої в блок функції автоматичного підбору параметрів «Tune». Параметри наведено на рис 7.4 і 7.5.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

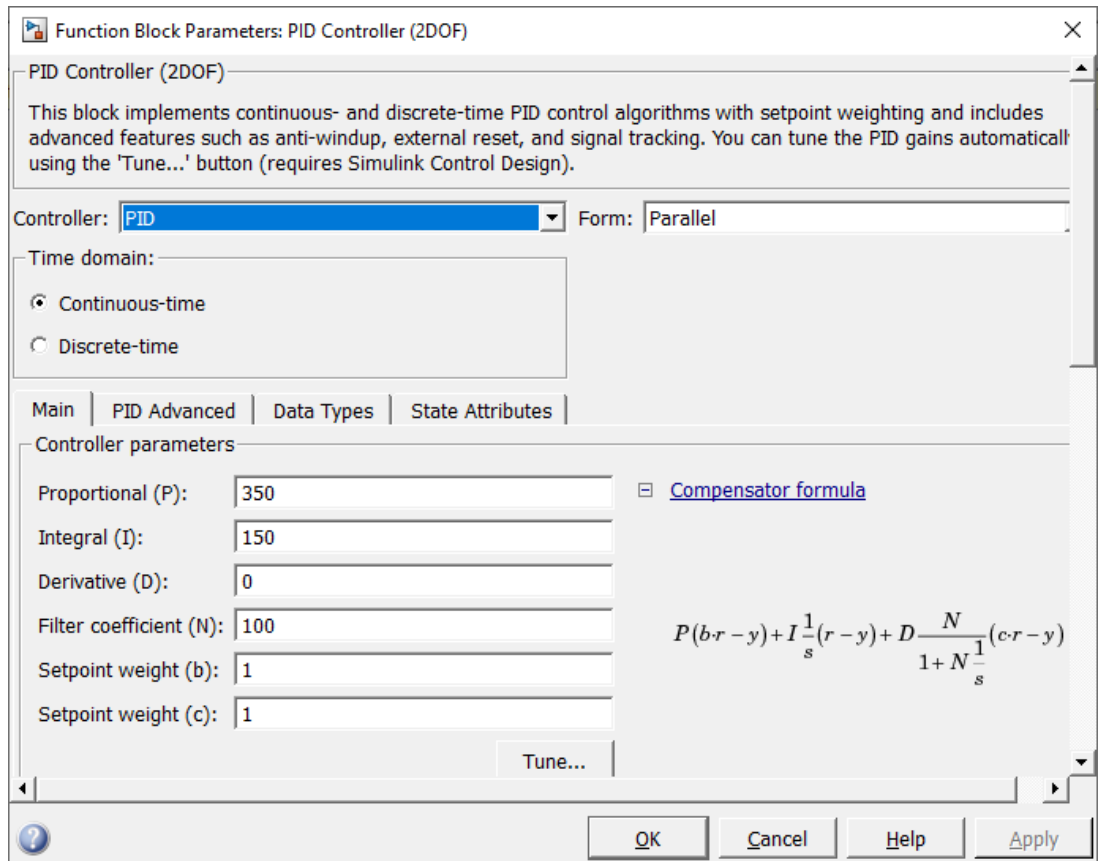


Рисунок 7.4 – Вікно параметрів першого і другого ПД-регулятора

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

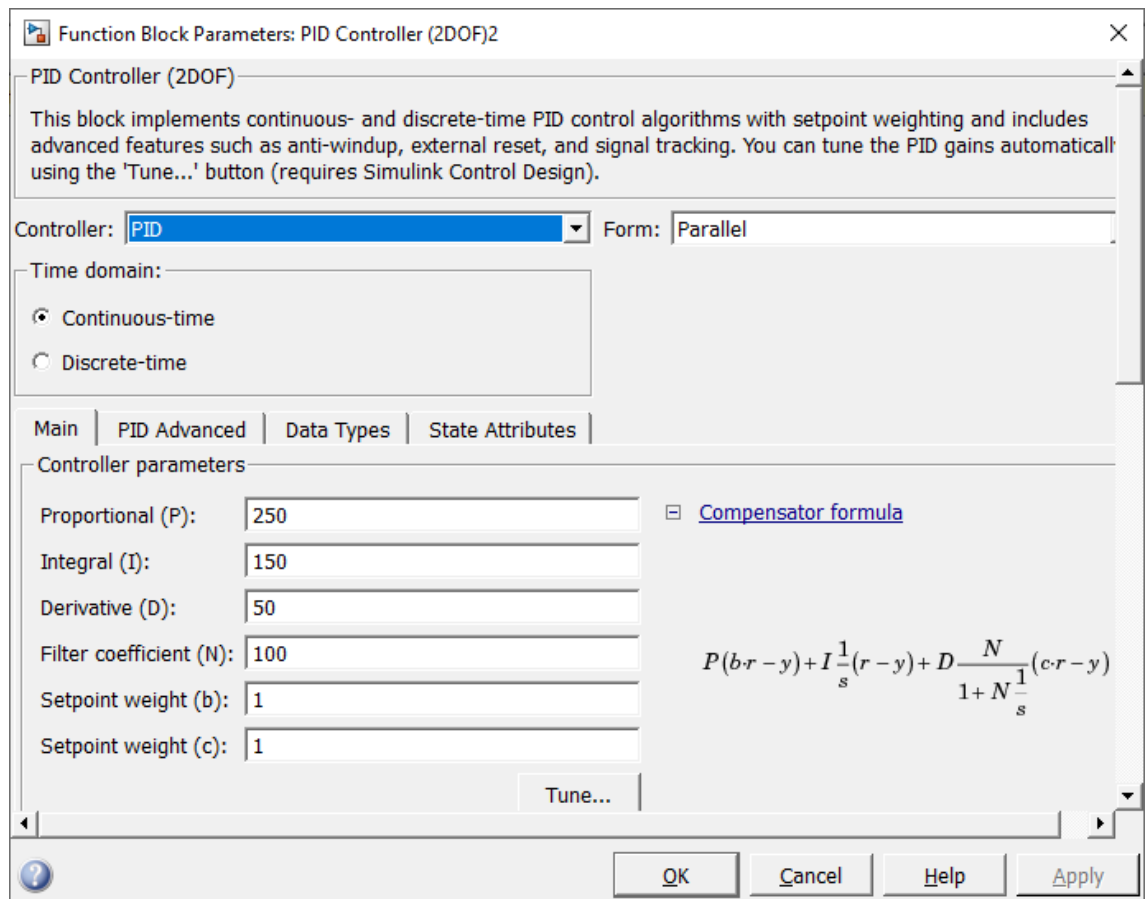
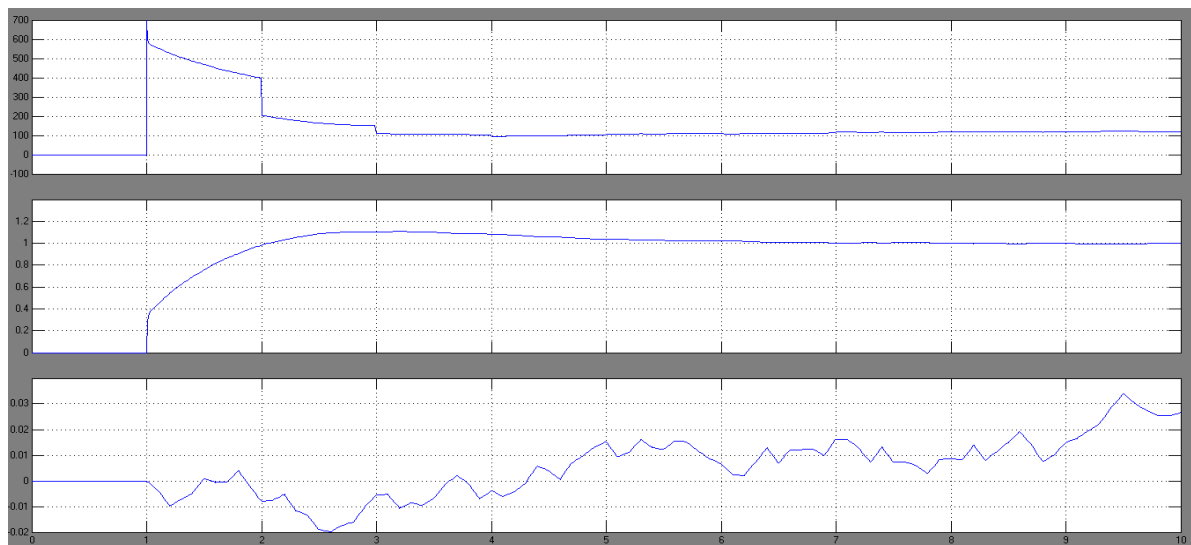


Рисунок 7.5 – Вікно параметрів третього ПІД-регулятора

В результаті комп'ютерного моделювання отримані графіки на яких зображено вихідну величину ПІД-регулятора, вихідну величину системи та величину збурення відповідно (рис 7.6).



Рисунко 7.6 – Графіки САР з ПІД-регулятором

Висновок

В даному дипломному проєкті запропонована одна з можливих систем автоматизації дифузійного цукрового заводу. Розроблена система управління на основі МПК ОВЕН 154 включає:

- автоматичне регулювання;
- управління та сигналізацію;
- схему захисту.

Використана програма візуалізації технологічного процесу забезпечує відображення основних технологічних параметрів, зберігання трендів та історії, можливість управління процесом з ЕОМ.

В проєкті враховані всі вимоги щодо системи автоматизації, та передбачені заходи з охорони праці.

Спроектвана система автоматизації відповідає вимогам якості, надійності, сучасності, а також базується більшою мірою на використанні новітньої техніки.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Лист |
| | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Список використаної літератури

1. Ладанюк А.П. Автоматизація технологічних процесів та виробництв харчової промисловості: Підручник/ Ладанюк А.А., Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Цюцюра В.Д. - К.: Аграрна освіта, 2001.-224 с.
2. Методичні вказівки до дипломного проекту для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр за напрямом підготовки «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання, /Уклад.: О.М. Пупена, І.В. Ельперін, А.П.Ладанюк, В.Г.Трегуб – К.: НУХТ, 2011. – 16с.
3. Методичні вказівки до виконання схем автоматизації: бібл. номери 3148 та 6055.
4. Ельперін І.В. Промислові контролери [Текст]: Навчальний посібник/І.В.Ельперін - К.: НУХТ, 2003. - 320 с.
5. Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування: Навчальний посібник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк, О.П.Лобок. - Вінниця: Нова книга, 2007. - 160 с.
6. Методичні вказівки до виконання принципових схем: бібл. номер 3168.
7. Трегуб В.Г. Методичні вказівки до проектування принципових схем мікропроцесорних систем автоматизації при виконанні курсових та дипломного проекту / Упоряд. Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Карнаух А.О. - К.: УДУХТ, 1994.-56 с.
8. Методичні вказівки до виконання дисплейних мнемосхем: бібл. номери 5142 та 6055.
9. Купчик М. П. Основи охорони праці.// М.П.Гандзюк, І.Ф.Степанець та інші. – К.: Основа, 2000. – 416 с.
10. ДНАОП 1.8.10-1.24-96 “Правила охорони праці в цукровому виробництві” - К., 1997р.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

11. НПАОП 0.00-1.28-10 "Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин". Наказ Держгірпромнагляду від 26.03.2010р. № 65.
12. ДБН В.2.5-28-2006 «Інженерне обладнання будинків та споруд. Природне і штучне освітлення».
13. А.М. Литвиненко Охорона праці в галузі. Методичні вказівки до вивчення дисципліни, виконання контрольної роботи та розділу дипломного проекту/ А.М. Литвиненко, В.С. Гуць - К.: НУХТ, 2005. - 37 с.
14. Навакатікян О.О., Кальниш В.В., Стрюков С.М.: «Охорона праці користувачів комп'ютерних відеодисплейних терміналів», - К.: Наукова думка, 1997, -520 с.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |