

5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК). 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога. 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI. 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора. 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання. 7.1. Постановка задачі дослідження. 7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі. 7.3. Моделювання САР. 7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків.

5. Перелік графічного матеріалу

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

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 29 квітня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач Гомоляко І.Д.

_____ (підпис)

Керівник роботи Ельперін І.В.

_____ (підпис)

Анотація

Кваліфікаційна робота розроблена на тему: “Розробка системи автоматизації процесу виробництва печива” з використанням мікропроцесорного контролера TSX Premium фірми Schneider Electric.

Дипломний проект складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічного матеріалу, який складається:

1. Схема автоматизації.
2. Схема підключення датчиків та виконавчих механізмів до контролера.
3. Принцип роботи, монтаж та підключення вимірювального перетворювача температури Sitrans ТК-Н.
4. Відеокадри дисплейних мнемосхем.
5. Дослідження об’єкта управління з П- та ПІ- регуляторами.

Особлива увага в даній роботі була приділена розробці системи автоматизації, вибору і розрахунку вимірювальних перетворювачів та виконавчих механізмів. Розроблена схема підключення датчиків і виконавчих механізмів до мікропроцесорного контролера. В проекті розроблений алгоритм управління процесом виробництва глазурованих пряників, який реалізований в програмі Unity Pro для мікропроцесорного контролера TSX Premium.

Для візуалізації та оперативного контролю технологічного процесу використано SCADA програма Vijeo Citect.

Проведено дослідження об’єкта управління з П- та ПІ- регуляторами. Результати дослідження наведені у розділі 7.

Ключові слова: печиво, Sitrans ТК-Н, SCADA Vijeo Citect.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| | | | | | | 4 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Annotation

Qualification work is developed on the topic: "Development of automation system for the production of cookies" using a microprocessor controller TSX Premium from Schneider Electric.

The diploma project consists of a calculation and explanatory note and graphic material, which consists of:

1. Automation scheme.
2. Scheme of connection of sensors and actuators to the controller.
3. The principle of operation, installation and connection of the Sitrans TK-N temperature measuring transducer.
4. Video frames of display mnemonics.
5. Research of the object of control with P- and PI-regulators.

Particular attention in this work was paid to the development of automation, selection and calculation of measuring transducers and actuators. The scheme of connection of sensors and actuators to the microprocessor controller is developed. The project developed an algorithm for controlling the process of production of glazed gingerbread, which is implemented in the Unity Pro program for the TSX Premium microprocessor controller.

The SCADA program Vijeo Citect was used for visualization and operative control of the technological process.

A study of the control object with P- and PI-regulators. The results of the study are presented in section 7.

Keywords: cookies, Sitrans TK-H, SCADA Vijeo Citect.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 5 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

Зміст

| | |
|---|----|
| Вступ | 7 |
| Розділ 1. Характеристика об'єкта автоматизації | 10 |
| 1.1. Аналіз технологічної ділянки як об'єкта автоматизації..... | 10 |
| 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації..... | 11 |
| Розділ 2. Опис системи автоматизації | 15 |
| 2.1. Схема автоматизації | 15 |
| 2.2. Специфікація засобів автоматизації | 17 |
| 2.3. Обґрунтування вибору технічних засобів..... | 19 |
| Розділ 3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК | 40 |
| 3.1. Проектне компонування мікропроцесорного контролера..... | 40 |
| 3.2. Загальна схема підключення..... | 45 |
| 3.3. Розширені схеми підключення для окремих контурів..... | 48 |
| Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів | 52 |
| Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК) | 57 |
| Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога | 63 |
| Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання ... | 69 |
| Висновки | 82 |
| Список використаної літератури | 84 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 6 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Вступ

На сучасному етапі розвитку країни в першу чергу стоїть питання підвищення ефективності виробництва, поліпшення якості продукції та зростання продуктивності праці на основі прискорення впровадження досягнень науки і техніки, збільшення технічного рівня виробництва.

На сьогодні науково-технічний прогрес у харчовій промисловості, запровадження автоматизації у виробництві займає одне з основних місць у підвищенні їх ефективності. Це один з основних заходів щодо підвищення продуктивності праці підприємства. Це дозволяє використовувати поточні та безперервні методи виробництва, забезпечує підприємства високопродуктивним обладнанням. Широке використання автоматизованих систем управління зумовлене значним ефектом, який досягається шляхом забезпечення бажаної якості продукції, зменшення втрат цінних проміжних продуктів і продуктів, зменшення складності виробничих процесів.

Харчова промисловість, на сучасному етапі розвитку країни, являє собою складний виробничий комплекс національної економіки, створений великою кількістю підприємств та організацій, основним завданням якого є ефективна переробка сільськогосподарської продукції.

Основним завданням є підвищення ефективності виробництва, підвищення якості продукції та підвищення продуктивності за рахунок прискорення впровадження науково-технічних досягнень, підвищення технічного рівня та вдосконалення виробництва в цілому. Основним напрямком розвитку в харчовій промисловості є постійна інтенсифікація технологічного виробництва та впровадження агрегатів більшої виробничої потужності при одночасному зменшенні її розмірів, енерговитрат, споживання металу та зниження собівартості одиниці готової продукції. Також до основних напрямків розвитку кондитерських заводів належать збільшення одиничної потужності обладнання, ефективність та результативність його роботи, підвищення якості виробництва, зменшення їх втрат за рахунок зменшення дефіциту готової продукції, вдосконалення засобів автоматизації та систем управління.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 7 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

Крім того, впровадження сучасних технологій на кондитерських фабриках, зокрема впровадження мікропроцесорних технологій значно покращить якість регулювання, візуальний моніторинг процесів, що дозволить більш ефективно використовувати роботу персоналу та оператора.

Передові технології забезпечують високий ступінь використання корисної фракції сировини, можливість отримання високоякісного продукту, мінімальне питоме споживання енергії та мінімальну тривалість технологічних операцій. Для забезпечення цих показників використовується автоматизація виробництва харчових продуктів.

Завдяки бурхливому розвитку новітніх технічних засобів (мікропроцесорних пристроїв та персональних комп'ютерів) стало можливим створювати складні системи управління.

Такі системи називаються автоматизованими системами управління (АСУ). Автоматизовану виробничу систему можна визначити як єдину систему, що поєднує різні підрозділи підприємства з метою отримання мінімальних витрат і максимального прибутку від реалізації виробленої продукції.

Системи автоматизації набувають нових властивостей системи:

- впровадження комп'ютерних технологій та вдосконалення структури існуючих багаторівневих систем управління;
- використання сучасного програмного забезпечення для візуалізації технологічної інформації, її зберігання;
- інтелектуалізація функцій, що виконуються з використанням елементів штучного інтелекту.

В автоматизованому режимі роботи установки або лінії роль людини здебільшого зводиться до включення об'єкта або виконання певних ручних функцій. Основними перевагами автоматизації є можливість забезпечити:

- підвищення продуктивності праці та поліпшення умов праці;
- виконання робіт у важкодоступних або недоступних для людини сферах;
- підвищення точності, якості технологічних процесів та супутніх продуктів.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 8 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Сучасний розвиток промислового виробництва солодоців супроводжується все більшим використанням автоматичних систем управління технологічними процесами.

Широке використання АСУ зумовлене забезпеченням заданої якості продукції, яка виробляється незалежно від суб'єктивних факторів, зменшенням втрат цінної продукції, зниженням затрат праці та підвищенням культури виробництва.

Це дозволяє збільшити виробничі потужності відповідно до ринкових умов. Вирішити проблему нестачі кваліфікованого персоналу для обслуговування лінії. Зменште загальне споживання енергії в цеху, контролюючи час роботи агрегатів, і усуваючи без потреби простої ввімкнених машин. Завдяки суворому дотриманню виробничих параметрів, суворому дозуванню кожного компонента, досягається покращена якість продукції та зменшується кількість дефектів. Автоматизація також мінімізує необхідність перебування робітників на виробничій лінії, що дозволяє запобігти можливим травмам.

Метою цього дипломного проекту є розробка системи управління виробничою лінією глазурованих пряників на базі ТОВ ТД «Луцьккондитер». Впроваджені нововведення повинні забезпечити точність даних про технологічні параметри та чіткість рішень щодо їх регулювання. Завдяки своєчасному отриманню даних про відхилення та коливання технологічних параметрів, відносно допустимих меж, повинна підвищуватися надійність роботи технологічного обладнання.

Результатом впровадженої модернізації має стати забезпечення стабільної якості виробництва пряників та зменшення дефіциту. [1]

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 9 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Розділ 1. Характеристика об'єкта автоматизації

1.1. Аналіз технологічної ділянки як об'єкта автоматизації

Технологія приготування глазурованих пряників складається з наступних етапів. Борошно, цукор, сіль, ванільний порошок, цукати, меланж, вершкове масло, натуральне м'ясо, згущене молоко, харчова сода та ароматизатори додаються до охолодженої машини для замішування чайника, все це передбачено рецептом. Потім увімкніть мішалку і перемішуйте протягом 10 хвилин, щоб отримати однорідну суміш. Готове тісто повинно мати температуру 28..32 ° С і вологість 19..22% (залежно від виду борошна). Потім тісто транспортується візком у формувальну машину.

Тісто надходить у приймальну лійку. У нижній частині воронки два ін'єкційні вали, обертаючись назустріч один одному, проштовхують тісто через матрицю. Матриці мають отвори різної форми. Тісто у вигляді джгутів нарізають на окремі шматочки рухомою ниткою. Сформовані заготовки потрапляють на трафарети, що рухаються по спеціальному конвеєру.

Далі сформоване тісто у вигляді пряників подається в піч конвеєрного типу. Заварний пряник випікають 7..12 хвилин при температурі 210..220 ° С. Час випікання можна змінювати залежно від вологості тіста, температури духовки та ступеня його наповнення. Процес випікання умовно поділяють на три періоди. Після випікання пряники переносять на конвеєрі в холодильну шафу, де охолоджують протягом 20..22 хвилин до температури 40..45 ° С. Потім пряники потрапляють на охолоджуючий конвеєр, а звідти через відвал до глазурувальної машини, де додатково подають цукрово-патоковий сироп, що має температуру 90..95 ° С. Вага пряників, завантажених у склопакет, становить 20 кг. Коли барабан обертається, пряники, залиті цукровим сиропом, рухаються всередині барабана до вихідного отвору. Тривалість процесу - 50 секунд. Шар цукрового сиропу допомагає зберегти свіжість і затримує затвердіння, а крім того,

| | | | | | Кваліфікаційна робота | | | |
|-------------|------|----------------|--------|------|---|---------------|------|---------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Гомоляко І. Д. | | | Розробка системи автоматизації процесу виробництва печива | Літ. | Арк. | Акрушів |
| Перевір. | | Ельперін І.В. | | | | | 10 | 5 |
| Секр. Е.К. | | Проскурка Є.С. | | | | НУХТ АК-4-Зск | | |
| Зав.кафедри | | Ельперін І.В. | | | | | | |

глазурування покращує смак пряників. Після глазурування пряники сушать у спеціальних печах, куди потрібно подавати повітря 4 м / с. Температура в духовці 60 ° С. Цей процес триває 5 хвилин, після чого пряники сушать ще 3 хвилини при кімнатній температурі. [2]

1.2. Розробка завдання на систему автоматизації

Технологічні вимоги до системи автоматизації виробництва глазурованих пряників встановлюються в строгих рамках.

Для забезпечення найкращих умов для цього процесу важливими є такі фактори:

- споживання борошна;
- температура тіста;
- вологість тіста;
- температура випікання в духовці в зонах;
- вологість у печі;
- температура охолодження та сушіння пряників;
- температура глазури;
- вага пряників перед склінням.

Відповідно до визначених контурів, система автоматизації повинна забезпечувати якісний та точний контроль та управління, технологічну та виробничу сигналізацію, візуалізація процесу на дисплеї персонального комп'ютера оператора-технолога.

Для нормальної безвідмовної роботи лінії з виробництва пряників під час експлуатації існують певні вимоги до технологічного процесу та вибору параметрів, що характеризують стан об'єкта управління.

Параметри, зміна яких у деяких межах може призвести до аварійного стану обладнання, повинні контролюватися і сигналізуватися в системах візуалізації технологічних параметрів у мікропроцесорних контролерах.

Система управління повинна бути надійною, посилатися на нижній та верхній ієрархічний рівень системи управління процесом консервного заводу. Система включає мікропроцесорний контролер, який повинен бути сумісним з

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 11 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

іншими галузевими системами заводу.

Система управління повинна повноцінно функціонувати як в автоматичному, так і частково ручному режимі. Ручна робота повинна виконуватися з панелі оператора.

Вирішення комплексу завдань, що виконуються розробленою системою управління, повинно відбуватися безперервно, паралельно з роботою лінії.

Якість реалізації функцій визначається якістю, швидкістю та надійністю. Швидкість роботи системи визначається часом виконаних регуляторних дій, який не повинен перевищувати встановлену норму. Частота виклику параметра визначається оператором.

Якість автоматизації автоматизації лінії виробництва пряників у багатьох випадках визначається правильним вибором структурної схеми її автоматизації, що забезпечує ведення процесу при оптимальних параметрах.

Вибір критеріїв управління є одним з головних завдань у побудові системи автоматизації, оскільки в її основі лежить мета управління, що визначає структуру системи автоматизації. В даний час в якості критерію управління вибирають будь-які економічні показники, такі як прибуток, мінімальні витрати, капітальні витрати тощо. Однак ці критерії вибираються головним чином при управлінні усім виробництвом, оскільки вони включають безліч змінних, які необхідно постійно вимірювати виробничого процесу, і в числовій формі їх можна визначити у випадку, коли розглядається керівництво певного виробничого підрозділу, потім здійснити декомпозицію основного критерію, тобто здійснити заміну задачі більшого виміру низкою проблем меншого розміру. В реальних умовах одночасна оптимізація всіх показників якості регуляторного процесу неможлива. Тому один із цих показників обраний критерієм, а всі інші виступають як обмеження. Критерієм контролю була обрана мінімальна інтегральна оцінка, тобто мінімальна площа під кривою переходу. З економічної точки зору використання цього критерію є найбільш доцільним. Його мінімізація мінімізує втрати, які виникають під час регуляторного процесу. Динамічна помилка вибирається як обмеження.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 12 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

Таблиця 1.1

| Машина, агрегат, апарат | Пар-р, місце відбору імпульсу | Значення пар-ру, допустимі відхилення | Система автоматизації | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| | | | Вид системи автоматизації | Характер контролю, рег-ння, упр-ня | Додаткові вимоги до системи |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Трубопровід подачі борошна | Витрата | 2±0,1 т/год | Регулювання | Запис, стабілізація | Дія на клапан подачі борошна |
| Тістомісильна машина | Температура | 30±2°C | Контроль | Покази, запис, сигналізація | Світлова |
| | Вологість | 21±1 % | Контроль | Покази, запис, сигналізація | Світлова |
| Електродвигун формувальної машини | Стан | - | Управління | Ручне та дистанційне сигналізація | Пуск, зупинка, світлова |
| Піч | Температура 1-ї зони | 60 °C | Контроль | Покази, запис, сигналізація | Світлова |
| | Температура 2-ї зони | 215±5 °C | Контроль | Покази, запис, сигналізація | Світлова |
| | Температура 3-ї зони | 175 °C | Контроль | Покази, запис, сигналізація | Світлова |
| | Вологість | 75±5% | Контроль | Покази, запис, сигналізація | Світлова |
| | Тиск пари | - | Контроль | Покази, запис, сигналізація | Світлова |
| Електродвигун стрічки конвеєру печі | Стан | - | Управління | Ручне та дистанційне сигналізація | Пуск, зупинка, світлова |
| Електродвигун стрічкового поду | Стан | - | Управління | Ручне та дистанційне сигналізація | Пуск, зупинка, світлова |
| Охолоджувальна шафа | Температура охолодження | 42±3 °C | Регулювання | Запис, стабілізація | Клапан подачі повітря |
| Транспортер на глазурування | Вага | 20 кг | Контроль | Покази, запис, сигналізація | Світлова |
| Електродвигун тістомісильної машини | Стан | - | Управління | Ручне та дистанційне сигналізація | Пуск, зупинка, світлова |

Арк.

Кваліфікаційна робота

13

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

| | | | | | |
|-------------------------------------|-------------|---------|-------------|------------------------------------|------------------------------|
| Електродвигун транспортерів | Стан | - | Управління | Ручне та дистанційне, сигналізація | Пуск, зупинка, світлова |
| Трубопровід подачі сиропу | Температура | 92±3 °С | Контроль | Покази, запис, сигналізація | Світлова |
| Електропривід глазурувальної машини | Стан | - | Управління | Ручне та дистанційне, сигналізація | Пуск, зупинка, світлова |
| Сушильна шафа | Температура | 60 °С | Регулювання | Запис, стабілізація | Дія на клапан подачі повітря |

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | 14 |

Розділ 2. Опис системи автоматизації

2.1. Схема автоматизації

Для ефективного та оперативного управління технологічним процесом виробництва глазуrowаних пряників необхідно застосовувати автоматизоване управління основними технологічними параметрами, здійснювати контроль та регулювання над ними. Це значно покращить якість виготовленої продукції, а також дозволить зменшити втрати сировини та витрати на електроенергію.

В схемі автоматизації по приготуванню глазуrowаних пряників основними технологічними параметрами є витрата борошна, температура та відносна вологість тіста, температура випікання та охолодження пряників, температура глазури, вага пряників перед глазуrowання, і т.д.

Значну роль в даному процесі відіграє швидкість руху конвеєра печі, стрічкового поду, транспортерів для охолодження, швидкість та неперервність обертання тістомісильної машини.

На функціональній схемі автоматизації передбачено наступні контури регулювання та контролю.

Контроль температури тіста в тістомісильній машині та температури глазури в трубопроводі подача в глазуrowальну машину здійснюється мікропроцесорним вимірювальним перетворювачем фірми Siemens Sitrans ТК-Н. Він працює первинним вимірювальним перетворювачем – платиновий термометр опору Pt 100 (поз. 1а, 1б, 6а, 6б). Уніфікований сигнал 4-20 мА з датчика надходить на ПЛК та ПК, де відбувається індикація, реєстрація та сигналізація даного технологічного параметру за допомогою SCADA програми.

Для контролю теплового режиму печі використовують високотемпературні занурювальні термоелектричні перетворювачі хромель-алюмель з перетворювачем термопара-струм з вихідним сигналом 4-20мА ТХА1-23-К, де позиція 2а – це датчик температури, який знаходяться у 1-й зоні,

| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | | | |
|--------------------|-------------|-----------------------|---------------|-------------|--|----------------------|-------------|----------------|
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | | | |
| <i>Розроб.</i> | | <i>Гомоляко І. Д.</i> | | | <i>Розробка системи автоматизації процесу виробництва печива</i> | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Акрушів</i> |
| <i>Перевір.</i> | | <i>Ельперін І.В.</i> | | | | | 15 | 25 |
| <i>Секр. Е.К.</i> | | <i>Проскурка Є.С.</i> | | | | <i>НУХТ АК-4-Зск</i> | | |
| <i>Зав.кафедри</i> | | <i>Ельперін І.В.</i> | | | | | | |

3а – в 2-й зоні, а 4а– це датчик температури, який знаходяться у 3-й зоні. Чутливими елементами датчиків є термрпара.

Передбачено контроль тиску пари на виході з печі, який реалізовано за допомогою вторинного мікропроцесорного перетворювача Sitrans P серії ZD (поз. 8а) з вихідним уніфікованим сигналом. Проводить систематичну індикацію I та реєстрацію R тиску. Причому обов'язковим є сигналізація даного параметру, що здійснюється двома світлодіодними лампами вмонтованими в корпус прилада.

Регулювання витрати борошна здійснюється за допомогою бункерних вагів для масової витрати сипких продуктів в потоці в комплекті з управляючим пристроєм Норма ТС з уніфікованим вихідним сигналом 4-20 мА. (позиція 9а, 9б). Далі сигнал надходить на ПЛК, де формується управляючий вихідний сигнал, який через електропневмо перетворювач ЕПП-3211 (поз. 9в) надходить на пневматичний виконавчий механізм МИМ-3077 (поз. 9г), який відкриває чи закриває клапан подачі борошна в тістомісильну машину.

Регулювання температури пряників в охолоджувальній шафі та сушильні шафі відбувається за допомогою термометра опору Pt-100 7МС1000-1ВА2 та вимірювального мікропроцесорного перетворювача температури Sitrans ТК-Н (поз. 5а, 5б, 7а, 7б). Уніфікований сигнал 4-20 мА з датчика надходить на ПЛК, де формується управляючий вихідний сигнал, який через електропневмо перетворювач ЕПП-3211 (поз. 5в, 7в) надходить на пневматичний виконавчий механізм МИМ-3077 (поз. 5г, 7г), який відкриває чи закриває клапан подачі холодного та гарячого повітря відповідно.

Контроль вологості тіста у тістомісильній машині та в пічі передбачено за допомогою вимірювача-регулятора “ОВЕН МПР51 Щ4”, який складається з первинного вимірювального перетворювача вологи типу ДВП-03 (поз. 10а, 11а) та вторинного приладу МПР51-Щ4 (поз. 10б, 11б). Даний комплект приладів виконує регулювання по заданій користувачем програмі та забезпечує режими сигналізації про аварію. Уніфікований сигнал 4-20 мА з датчика надходить на ПЛК та ПК, де відбувається індикація I, реєстрація R та сигналізація А даного технологічного параметру за допомогою SCADA програми.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 16 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Контроль ваги прямиків перед глазуруванням здійснюється автоматичними вагами APW-80/G (поз. 12а) та вторинним мікропроцесорним приладом TPM 200 (поз. 12б). Далі сигнал надходить на ПЛК та ПК, де за допомогою SCADA програми здійснюється індикація I, реєстрація R та сигналізація A даного технологічного параметру .

Стрічковий под печі приводиться у дію електродвигуном M2, який запускається в роботу за допомогою магнітного пускача KM2 та кнопочної станції SA2, яка в свою чергу призначена для перемикання з ручного на дистанційний режим роботи двигуна.

Електродвигуни конвеєра печі, стрічкового поду, транспортерів для охолодження, тістомісильної та глазурувальної машин приводять в дію за допомогою магнітних пускателів (поз. KM1 – KM8) та кнопочних станцій (поз. SA1 – SA8), які мають змогу переключати з ручного на автоматичний режим роботи двигун.

2.2. Специфікація засобів автоматизації

Таблиця 2.1

| № п/п | Номер позиції за схемою | Пар-р сер-ща | Найменування та технічна характеристика приладу | Тип, марка | К-ть | Завод-виготовлювач |
|-------|-------------------------|--------------|---|------------------------|------|--------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1. | 1а, 5а 6а, 7а | Т-ра | Термометром опору . Вимірювальний діапазон температур -50...+600°C. Цифрова точність 0,1°C | Pt-100 7MC1000-1BA2 | 4 | Siemens |
| 2. | 1б, 5б 6б, 7б | Т-ра | Вимірювальний мікропроцесорний перетворювач температури . Вих.сигнал 4-20 мА. Номінальна потужність 20Вт, напруга живлення 12-24 В. | Sitrans TK-H | 4 | Siemens |
| 3. | 5в, 7в, 9в | - | Електропневмоперетворювач сигналу з 0-5 мА в 0,2-1 кгс/см ² . Тиск повітря, яким живиться пневматична частина пристрою 1,4 кгс/см ² . Клас точності 1. Напруга живлення 24 В. | ЕПП-1324 | 3 | Прилад Комплект |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 17 |

| | | | | | | |
|-----|---------------|-----------------------|---|-----------------------|---|---------------------------|
| 4. | 5г, 7г, 9г | - | Пневматичний виконавчий механізм 2-х позиційний для одноходових прохідних клапанів Ду – 50 мм. В комплект входить клапан 2х позиційний 3257. | МИМ-3077 | 3 | Прилад Комплект |
| 5. | 2а, 3а, 4а | Т-ра випікан ня | Високотемпературний занурювальний термоелектричний перетворювач хромель-алюмель з перетворювачем термопара-струм з вихід.сигналом 4-20мА, робочий діапазон температур 0...1050 °С | ТХА 1-23-К | 3 | Теплоприлад |
| 6. | 2б, 3б, 4б | Т-ра випікан ня | Вторинний вимірювальний самозапам'ятовуючий пристрій. Вихідний сигнал 4- 20мА | ТРМ 200 | 3 | “Львівприлад”, м.Львів |
| 7. | 8а | Тиск | Вимірювальний перетворювач тиску для неагресивних та агресивних газів, пару та рідин. Межі вимір. 0,03 – 400 бар. Вих. сигнал 4-20 мА. | Sitrans P серія MS | 1 | Siemens |
| 8. | 9а, 9б | Витрата | Бункерні ваги для масової витрати сипких продуктів в потоці в комплекті з управляючим пристроєм. Продуктивність 50 т/год. Н жив. 220 В. | Норма ТС | 1 | Механотрон |
| 9. | 10а, 11а | Вологість | Первинний вимірювальний перетворювач вологи для безпосереднього вимірювання вологості в межах 0...100 % | ДВП-03 | 2 | Овен |
| 10. | 10б, 11б | Вологість | Вторинний прилад з режимами сигналізації про аварію та програмою регулювання | МІР51- Щ4 | 2 | Овен |
| 11. | 12а | Вага | Електронні автоматичні ваги | АРW- 80/G | 1 | Львівприлад |
| 12. | 12б | Вага | Вторинний вимірювальний самозапам'ятовуючий пристрій. Вихідний сигнал 4- 20мА | ТРМ 200 | 1 | Львівприлад |
| 13. | КМ1- КМ8 | - | Пускач магнітний. Робоча напруга 220 В. | ПМЕ 111 | 8 | Деліс |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 18 |

2.3. Обґрунтування вибору технічних засобів

Sitrans TK-H:



Рис.2.1. Зовнішній вигляд Sitrans TK-H.

Вимірювальний перетворювач температури для сенсорів Pt100. Для вимірювань Pt100 пропонується SITRANS TK-L, який, завдяки відмові від гальванічного поділу і універсального підключення сенсорів, являє собою недорогу альтернативу. Для параметрування використовується ПО SIPROM TK в комбінації з модемом для SITRANS TK. Завдяки дуже компактній конструкції SITRANS TK-L підходить для дооснащення місць вимірювання або для заміни аналогових вимірювальних перетворювачів. Вимірювальний перетворювач поставляється як в HE EX- виконанні, так і для використання у вибухонебезпечних зонах.[3]

Область застосування:

Вимірювальні перетворювачі температури SITRANS TK-L з типом вибухозахисту "Non incendive" можуть монтувати втутрі вибухонебезпечних зон (зона 2).

Вимірювальні перетворювачі температури SITRANS TK-L з типом вибухозахисту "Іскробезпека" можуть монтувати всередині вибухонебезпечних зон (зона 1).

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| | | | | | | 19 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Функції:

Вимірювальний перетворювач SITRANS TK-L перетворює сигнал від термометрів опору Pt100 в підводиться сигнал постійного струму, відповідний характеристикі сенсора. Завдяки компактній конструкції він вставляється в головку зонда типу В (DIN 43 729) .У програмованих SITRANS TK-L параметрування здійснюється за допомогою ПК.

Принцип роботи:

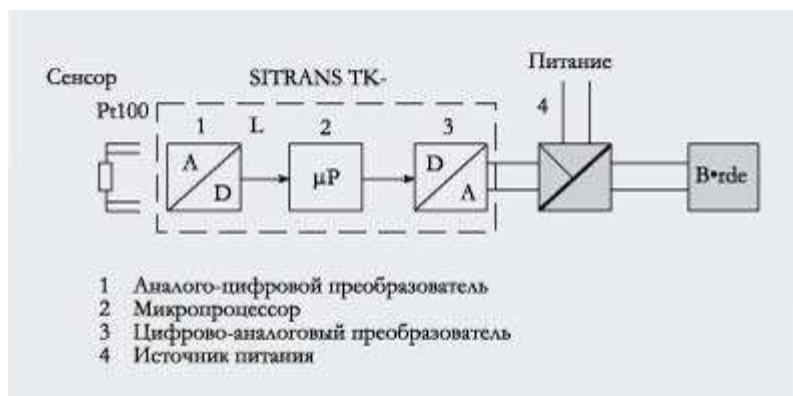


Рис.2.2. Принцип работы Sitrans TK-H.

Подається з Pt100 (двох-, трьох- або чотирипровідна схема) сигнал вимірювання посилюється на входному каскаді. Пропорційне входній величиною напруга після цього перетворюється в аналого-цифровому перетворювачі (1) в цифрові сигнали. У мікропроцесорі (2) вони перераховуються відповідно до характеристикі сенсора і іншими параметрами (демпфірування, опорі лінії і т.п.).

Підготовлений таким чином сигнал перетвориться в цифрово / аналоговому перетворювачі (3) в підводиться постійний струм від 4 до 20 мА. Джерело живлення (4) знаходиться в контурі вихідного сигналу.

ЕПП-1324:



Рис.2.3. Зовнішній вигляд ЕПП-1324.

Перетворювачі електропневматичні типу ЕП-0000 призначені для перетворення уніфікованого безперервного сигналу постійного струму в уніфікований пропорційний пневматичний безперервний сигнал.

За захищеності від впливу навколишнього середовища і сфери застосування перетворювачі поділяються на наступні виконання:

- ЕП-0010 - звичайне. Застосовується для щитових систем автоматичного управління;
- ЕП-0020 - захищене від попадання всередину пилу і води (пилеводозащищенное). Застосовується для зв'язку електричних засобів управління з пневматичними виконавчими механізмами в електропневматичних системах автоматичного управління технологічними процесами і дизелями бурових пристроїв;
- ЕП-0030 - захищені від агресивного середовища (корозійностійкі). Застосовуються для зв'язку електричних засобів управління з пневматичними виконавчими механізмами в електропневматичних системах автоматичного управління технологічними процесами на об'єктах переробки природних газів, де в навколишньому середовищі є сірководень до 10 mg / m³ і (або) сірчистий ангідрид і в аварійних ситуаціях (Протягом 3-4 годин) - до 100 mg / m³ сірководню і (або) сірчистого ангідриду до 200 mg / m³. Допускається вміст сірководню в

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | 21 |

повітрі харчування до 10 mg / m³ і (або) сірчистого ангідриду до 10 mg / m³;

- ЕП-0040 - модуль перетворювача звичайного виконання, застосовується для установки всередині електронних пристроїв в системах автоматичного управління. Перетворювачі ЕП-0020 і ЕП-0030 зі ступенем захисту оболонки IP54 ГОСТ 14254-80 призначені для застосування у вибухонебезпечних зонах, де при нормальних умовах (при відсутності аварій і несправностей) не утворюються вибухонебезпечні суміші газів і парів в умовах макрокліматичних районів з помірно-холодним і тропічним кліматом.

Перетворювачі ЕП-0010, ЕП-0040 призначені для роботи при температурі навколишнього повітря від плюс 5 до плюс 60 ° С і відносній вологості до 80% (для тропічного виконання відносна вологість до 98% при температурі 35 ° С).

Перетворювачі ЕП-0020, ЕП-0030 призначені для роботи при температурі навколишнього повітря від мінус 50 до плюс 60 ° С і відносній вологості до 95% (для тропічного виконання до 100% при 35 ° С). Перетворювачі ЕП-0020, ЕП-0030 стійкі до впливу вібрації частотою до 35 Hz і амплітудою зміщення 0,35 mm. ЕП-0010, ЕП-0040 стійкі до впливу вібрації частотою до 25 Hz і амплітудою зміщення 0,1mm.[4]

Характеристики:

- Діапазон зміни вхідних електричних струмових сигналів 0-5, 0-20, 4-20 mA.
- Вхідні опори перетворювачів при температурі (20±5) °С, не більше:
 - 610 V для вхідного сигналу 0-5 mA;
 - 130 V для вхідних сигналів 0-20, 4-20 mA.
- Вихідний сигнал є пневматичний аналоговий 20-100 кПа.
- Номінальний тиск повітря живлення 140 кПа. Допустиме відхилення тиску повітря живлення не більше ±10% від номінального значення. Класи забрудненості повітря харчування повинні бути 0; 1 або 3 по ГОСТ 17433-80.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 22 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

- Межа основної похибки, вираженої в відсотках від номінального діапазону зміни вихідного сигналу 80 кРа не повинен перевищувати:
 - 60,25 для перетворювачів класу точності 0,25; (ЕП-0010; ЕП-0040);
 - 60,5 для перетворювачів класу точності 0,5; (ЕП-0010; ЕП-0040);
 - 61,0 для перетворювачів класу точності 1,0. (ЕП-0010; ЕП-0020; ЕП-0030; ЕП-0040).
- Варіація вихідного сигналу не повинна перевищувати абсолютної величини межі допустимої основної похибки для перетворювачів класів точності 0,25; 0,5 і 0,5 абсолютної величини межі допустимої основної похибки для перетворювачів класу точності 1,0.
- Витрата повітря харчування перетворювачів в сталому режимі не більше 2 L / min.
- Витрата повітря на виході перетворювача, що характеризує потужність його вихідного сигналу, не менше 30 L / min.
- При монтажі перетворювачів з відхиленням від робочого положення до 2° прилад повинен відповідати п.2.5, від 2 до 10 ° зміна вихідного сигналу має бути не більше 0,5 межі допустимої основної похибки.

Принцип дії:

Принцип дії перетворювача заснований на методі силової компенсації, при якому момент, створюваний котушкою, розташованої в полі постійного магніту, пропорційний вхідному сигналу, компенсується моментом сили, що розвивається сильфоном зворотного зв'язку. Елементом, що встановлює рівновагу моментів, є пневматична система "сопло-заслінка".

Магнітне поле, що виникає при проходженні струму через котушку, взаємодіючи з полем постійного магніту, розвиває зусилля прямо пропорційне величині вхідного струму. Під дією цього зусилля важіль, повертаючись навколо пружною опори, змінює зазор між соплом і заслінкою, що призводить до зміни тиску повітря в керуючої камері підсилувача до тих пір, поки його вихідний тиск через сильфон зворотного зв'язку не відновить рівноваги на важелі. Таким чином, реалізується прямо пропорційна залежність між вхідним струмовим

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 23 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

сигналом I і вихідним тиском P перетворювача. Налаштування нуля здійснюється обертанням гвинта. Шунт служить для точної настройки діапазону.

МИМ-3077:

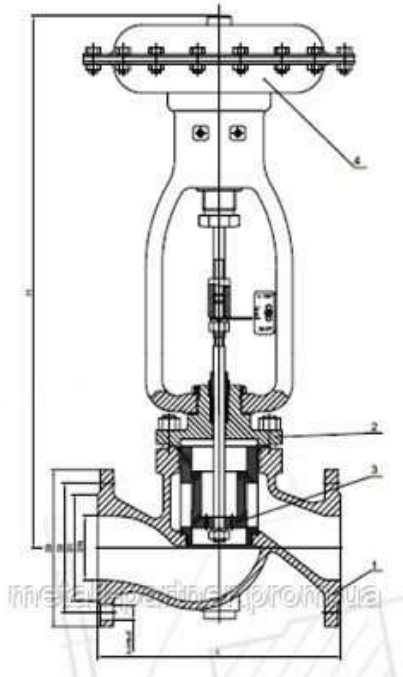


Рис.2.4. Схема МИМ-3077.

Клапани регулюючі кліточні (клапани) відповідають вимогам ГОСТ 12893. Виготовлення та поставка по ТУ 3722-014-00218118-99. Клапани призначені для застосування в системах управління технологічними процесами різних виробництв з метою безперервного регулювання витрати робочого середовища в умовах помірного клімату.[5]

Технічні параметри і характеристики:

- Тиск номінальне P_N - 16 кгс / см².
- Діаметр номінальний DN - 50, 80, 100 мм.
- Тип плунжера - клітинний.
- Тип пропускної характеристики - лінійна (Л) і рівнопропорційна (Р).
- Тип виконавчого механізму - мембранний виконавчий механізм (далі МИМ).
- Вид дії - нормально-відкриті (ПЗ), нормально-закриті (НЗ).
- Установче положення клапанів на трубопроводі - будь-який, крім положення приводом вниз.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 24 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- Нечутливість клапанів з МІМ - 3 кПа (0,03 кгс / см²), не більше.
- Напрямок подачі робочого середовища - під золотник.
- Клас герметичності затвора - «ІІІ» по ГОСТ Р 54808.
- Відносна витік в затворі, δзатв, 0,1% від K_{vy}.
- Умовна пропускна здатність K_{vy} в залежності від DN і пропускної характеристики:
- Приєднання до трубопроводу - фланцеве. Приєднувальні фланці клапанів по ГОСТ 12819 з приєднувальними розмірами і розмірами поверхонь ущільнювачів по ГОСТ 12815 ісп. 1, ряд 2. Конструкція і розміри відповідних фланців за ГОСТ 12820.
- Клапани експлуатуються на робочі середовища, нейтральні до застосовуваних матеріалів.

ТРМ 200:



Рис.2.5. Зовнішній вигляд ТРМ 200.

Прилад ОВЕН ТРМ200 (аналог ОВЕН 2ТРМ0 з інтерфейсом RS-485) - двоканальний вимірювач, застосовуваний для виміру температури, рівня, тиску, вологості, ваги та інших фізичних параметрів теплоносіїв і різних середовищ (в залежності від підключених датчиків). Вимірювальний прилад ОВЕН ТРМ200 призначений для використання в холодильних установках, сушильних шафах, печах, пастеризаторах і на іншому технологічному обладнанні. Вимірювальний прилад випускається в корпусах 4-х типів: настінних Н, Н2 і щитових Щ1, Щ2.[6]

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| | | | | | | 25 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Функціональні можливості приладу ОВЕН ТРМ200:

Вимірювач ОВЕН ТРМ 200 має два універсальних входу для підключення широкого спектру датчиків (температури, тиску, рівня та інших фізичних параметрів). Входи забезпечують можливість підключення датчиків різних типів. Вимірювач ОВЕН ТРМ 200 має функції цифрової фільтрації і корекції вхідного сигналу, а також масштабування шкали для аналогового входу.

- Обчислення різниці вимірюваних величин;
- Індикація поточних значень вимірюваних величин і їх різниці на двох вбудованих 4-х розрядних світлодіодних цифрових індикаторах
- Обчислення і індикація квадратного кореня з вимірюваної величини (наприклад, для вимірювання миттєвої витрати)
- Вбудований інтерфейс RS-485 (протокол ОВЕН, Modbus ASCII / RTU)
- У вимірювальному приладі передбачені різні рівні захисту налаштувань приладу для різних груп фахівців
- Конфігурація вимірювача-регулятора здійснюється на ПК або з лицьової панелі приладу.

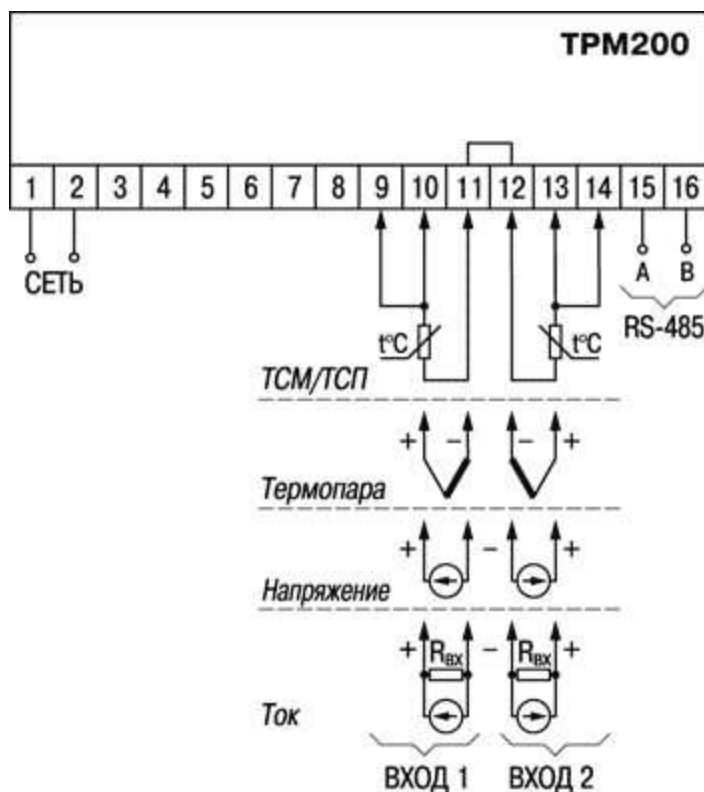


Рис.2.6. Підключення ТРМ 200.

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

ТХА1-23-К:



Рис.2.7. Зовнішній вигляд ТХА1-23-К.

Один з найпоширеніших конструктивів термопар для високотемпературних вимірювань з рухомим штуцером і клемної головкою. Сенсорний елемент виконаний з КТМС діаметром 4,5 мм. Застосовується для вимірювання різних високотемпературних середовищ. Перетворювач сигналу в 4-20 мА або RS485 (протокол T-bus або ModBus) щоб уникнути перегріву рекомендується замовляти в окремому корпусі Z67 з гермовводами і підключати до датчика по термокомпенсаційних кабелю.

Модель 1-23 є високотемпературної по всій довжині, але температура близько головки не повинна перевищувати 300 ° С. Головка забезпечує захист IP54 тільки до 120 ° С.

Високотемпературні термоперетворювачі моделей 1-20 і 1-21 виконані із застосуванням кераміки С610 і неізолюваною термопарної дроту ХА, модель 1-22 - кераміки С799 і неізолюваною термопарної дроту з платинових сплавів. Моделі серій 1-23, 1-24 мають подвійний захисний чохол, що складається з зовнішнього чохла і внутрішнього елемента, виконаного з КТМС або неізолюваною дроту з керамічними ізоляторами. Дана конструкція дозволяє експлуатувати ТП в найжорсткіших промислових умовах. [7]

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| | | | | | | 27 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Моделі 1-23 і 1-23м мають рухливий нж штуцер, а моделі 1-23н, 1-23л, 1-23п - нерухомий, приварений до корпусу датчика. У конструкції ТНН 1-29 застосований КТМС зі сплаву NiCrобel, що дозволяє продовжити життєвий цикл ТП в порівнянні з ТП, виготовленими за традиційною технологією із застосуванням кераміки і термопарного дроти. Модель 1-29 також може виготовлятися з термопарної дроту з платинових сплавів для екстремальних температур до 1600 ° С. Для захисту від термоудара, який може зруйнувати керамічний чохол, модель 1-29к має подвійний керамічний чохол. Зовнішній чохол виконаний з газопроникної кераміки С530, а внутрішній - з газощільної кераміки С799.

Моделі 1-26, 1-26а, 1-27 і 1-28 є кабель КТМС з ізолюваним спаєм і елементами підключення. Їх явний плюс: низька інерція, гнучкість і практично необмежена довжина (до 20 м), проте їх життєвий цикл менше ТП з подвійним захисним чохлам. Дані моделі можуть бути зігнуті в довільній формі. Моделі 1-23п, 1-23д, 1-23к призначена для вимірювання температури в газотурбінних і паротурбінних установках на об'єктах теплоенергетики.

Sitrans P серія MS:



Рис.2.8. Зовнішній вигляд Sitrans P серія MS.

Вимірювальні перетворювачі SITRANS P для надлишкового тиску - це зручні і точні цифрові вимірювальний перетворювачі тиску. Параметрування здійснюється за допомогою клавіш управління або через комунікацію HART,

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 28 |

PROFIBUS-PA або Foundation Fieldbus інтерфейси.

Велика функціональність забезпечує точне узгодження вимірювального перетворювача тиску з потребами установки. Незважаючи на численні можливості установки, управління є дуже простим

Вимірювальні перетворювачі тиску з типом вибухозахисту "искробезопасность" і "вибухонепроникна корпус" можуть монтуватися всередині вибухонебезпечних зон (зона 1) або в зоні 0. Прилади мають Сертифікат перевірки промислових зразків ЄС і відповідають відповідним гармонізованим європейським нормам (ATEX).

Для особливих випадків використання, наприклад, для вимірювання високов'язких матеріалів, поставляються вимірювальні перетворювачі з роздільниками тиску різної конструкції. Вимірювальні перетворювачі тиску поставляються в різних варіантах для вимірювання: відносний тиск; абсолютний тиск; для диференціального тиску; [8]

Функції та можливості:

- Висока надійність навіть при високих хімічних і механічних навантаженнях;
- Для агресивних і неагресивних газів, пара і рідин;
- Великі функції діагностики і моделювання;
- Окрема заміна вим. осередки і електроніки без додаткового калібрування;
- Мін. похибка характеристик;
- Невеликий довготривалий дрейф;
- Частини, що контактують з ізм. речовиною, з високоякісних матеріалів (наприклад, нерж. сталь, Hastelloy, золото, Monel, Tantal);
- Діапазон вимірювання 1 мбар ... 400 бар з комунікацією HART;
- Номінальний діапазон виміру від 1 ° до ° 400 ° bar для DS III PA (PROFIBUS PA) і FF (Foundation Fieldbus);
- Висока точність вимірювання;

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 29 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

- Параметрування через клавіші управління і комунікацію HART, PROFIBUS PA або Foundation Fieldbus інтерфейси.

Область застосування:

Вимірювальні перетворювачі тиску серії DS III PA можуть використовуватися в галузях промисловості з високою хімічною і механічною навантаженням. Завдяки EMC в діапазоні 10 кГц ... 1 ГГц DS III PA підходять для використання в місцях з високими електромагнітними впливами.

Вимірювальні перетворювачі тиску з типом вибухозахисту "искробезопасность" і "вибухонепроникна корпус" можуть монтуватися всередині вибухонебезпечних зон (зона 1) або у зони 0. Прилади мають Сертифікат перевірки промислових зразків ЄС і відповідають відповідним гармонізованим європейським нормам (ATEX).

Вимірювальні перетворювачі тиску з типом вибухозахисту "Іскробезпека" для використання в зоні 0 можуть використовуватися з приладами харчування категорії "ia" і "ib".

Для особливих випадків використання, наприклад для вимірювання високов'язких матеріалів, поставляються вимірювальні перетворювачі з роздільниками тиску різної конструкції.

Вимірювальний перетворювач тиску може програмуватися на місці через 3 клавіші управління або зовні через комунікацію HART або через PROFIBUS PA або інтерфейс Foundation Fieldbus.

Вимірювальний перетворювач надлишкового тиску:

Вимірюється величина: надлишковий тиск агресивних і неагресивних газів, пара і рідин.

Ном. діапазони вимірювання: для DS III HART: 0.01 ... 400 bar g (0.145 ... 5802psi g)

Ном. діапазони вимірювання: для DS III PA і FF: 1 ... 400 bar g (14.5 ... 5802psi g).

При вимірюванні рівня у відкритих резервуарах мінусове з'єднання вимірювальної комірки залишається відкритим (вимір "щодо атмосферного").

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 30 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

При вимірюванні в закритих резервуарах це з'єднання для компенсації статичного тиску повинно бути пов'язане з резервуаром. Частина, що контактує з вимірюваним речовиною, виготовляються - відповідно до необхідної корозієстійкості - з різних матеріалів.

Норма ТС:



Рис.2.9. Зовнішній вигляд Норма ТС.

Ваги бункерні серії "НОРМА-Т" призначені для зважування сипучих продуктів.

Призначення і область застосування:

НВО "Механотрон" пропонує серію бункерних ваг, які забезпечують статичне зважування та сумарний облік будь-яких сипучих продуктів. Лінійка представлена моделями: Норма Т, Норма ТН, Норма-ТН1, Норма-ТН2, Норма-ТН3, Норма ТМ, Норма ТЗ, Норма ТБ. Вони можуть застосовуватися в різних галузях промисловості і допускають погрішність всього 0.1%. [9]

Основні характеристики:

- можливість передачі даних на віддалений комп'ютер;
- блочно-модульна конструкція спрощує обслуговування і експлуатацію устаткування;
- можливість віддаленого регулювання рівня продуктивності і обсягу відпускаються доз продукту;
- конструкція визначає вага при безперервному потоці з транспортера або в ході відбору з накопичувального бункера;

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 31 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

- відбір необхідної кількості продукту (з розфасовкою в м'які контейнери або відвантаженням в транспортні засоби).
- Зазначені модифікації розрізняються параметрами меж зважування, масою і габаритними розмірами.

Особливості зважування на вагах Норма-Т:

В основі їх роботи використовується принцип перетворення сили тяжіння за допомогою ваговимірювальних датчиків, яку створює зважується продукт, в електросигнал аналогової форми, величина якого пропорційна масі цього продукту. У складі є датчики вимірювання ваги, ваговий і накопичувальний бункери, пристрої живлення і ключів, пристрої управління.

У накопичувальному бункері є горловина з однією або двома секторними заслінками. Один (декілька) ваговимірювальних датчиків використовують для підвіски вагового бункера, який оснащений однією (двома) секторними заслінками.

Значення одноразової порції продукту вводиться в пам'ять ваг за допомогою клавіатури. При надходженні команди накопичувальний бункер відкривається, забезпечуючи надходження в ваговий бункер. Коли досягнуто значення маси разової порції, яке було введено оператором в пам'ять комп'ютера, спрацьовують заслінки, що перекривають потік, і виконується процедура статичного зважування. Вага одноразової порції відображається на індикаторі і зберігається в пам'яті, а потім робиться відкриття заслінки у ваговому бункері. Коли матеріал надходить в накопичувальний бункер, зважування повторюється.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 32 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

МПР51-Щ4:



Рис.2.10. Зовнішній вигляд МПР51-Щ4.

Програмний задатчик ОВЕН МПР51-Щ4 призначений для управління багатоступінчатими температурно-режимами вологості технологічних процесів при виробництві м'ясних і ковбасних виробів, в хлібопекарській промисловості, в інкубаторах, термо- і кліматокамерах, виручених і сушильних шафах, при сушінні деревини, виготовленні залізобетонних конструкцій тощо. Прилад випускається в щитовому корпусі типу Щ4. [10]

Функціональні можливості приладу ОВЕН МПР51:

- Вимірювання трьох параметрів:
 - температури камери («сухого» термометра) Тсух;
 - температури «вологого» термометра Твлаж;
 - температури продукту Тпрод
- Обчислення двох додаткових параметрів:
 - різниці температур $T = T_{сух} - T_{прод}$;
 - вологості Ψ Психрометричний методом (за показаннями «сухого» і «вологого» термометрів)
- Два ПІД-регулятора для підтримки будь-яких двох з п'яти перерахованих вище величин з високою точністю
- Чотири вихідних реле для підключення тенів, охолоджувальних систем, засувок та інших виконавчих пристроїв;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| | | | | | | 33 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- Регулювання по заданій користувачем програмі;
- Додаткове Реле і 8 транзисторних ключів:
 - для сигналізації про аварію і про закінчення виконання програми;
 - для управління додатковим обладнанням;
- Автонастройка ПИД-регуляторів;
- Рівні захисту налаштувань приладів для різних груп фахівців (наладчиків, технологів і т. Д.);
- Вбудований ітерфейс RS-485 на замовлення;
- Конфігурація на ПК за допомогою програми-конфігурувати (для підключення до ПК використовується спеціальний кабель).

Стандартні варіанти застосування МПР51:

- Вимірювач-регулятор температури і вологості (Тсух, Ψ);
- Вимірювач-регулятор температури і різниці температур (Тсух, Т);
- Двоканальний вимірювач-регулятор температури з додатковим каналом сигналізації (Тсух, Твлаж, Тпрод).

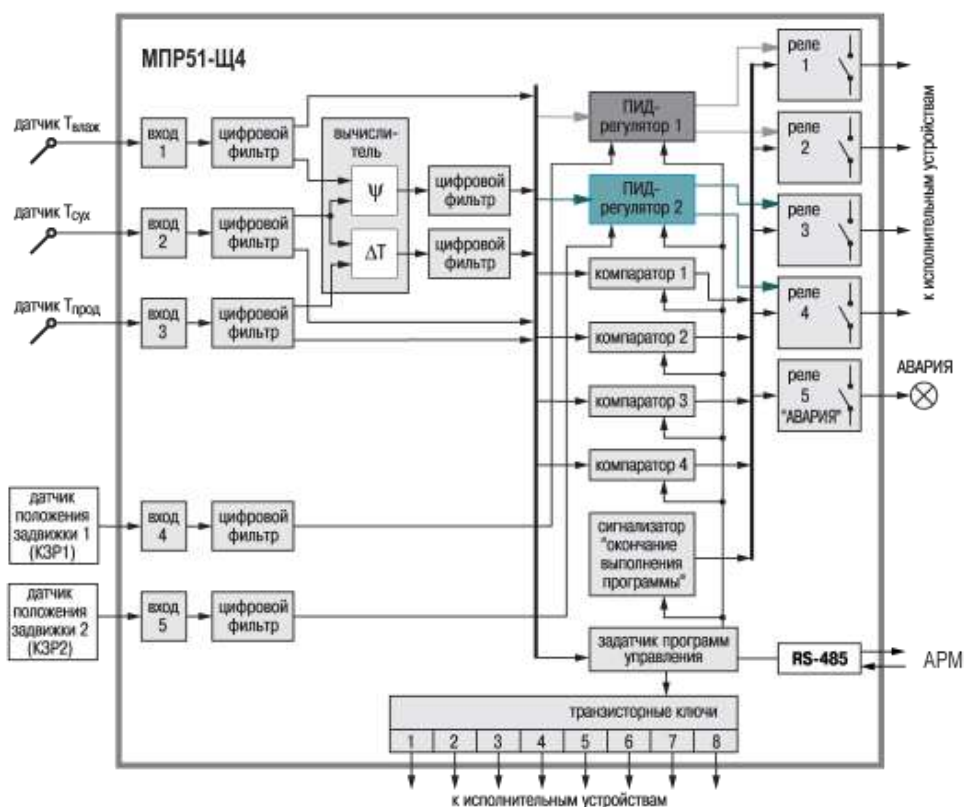


Рис.2.11. Функціональна схема МПР51-Щ4.

- Входи для вимірювання температур;
- Датчики температури Тсух, Твлаж і Тпрод підключають до входів 1 ... 3.
- Прилад має дві модифікації входів:
 - для підключення датчиків ТСМ / ТСП опором 50 Ом;
 - для підключення датчиків ТСМ / ТСП опором 100 Ом, Pt100.
- Використання датчиків положення засувки; МПР51-Щ4 може управляти засувками з використанням резистивних датчиків положення, які підключаються до входів 4 і 5.
- Точне регулювання температури і вологості. МПР51-Щ4 має в своєму складі 2 ПІД-регулятора, які забезпечують точну підтримку будь-яких двох з п'яти виміряних і обчислених параметрів: Тсух, Твлаж, Тпрод, Ψ і Т.
- Вихідні пристрої для управління виконавчими механізмами та сигналізації
Для регулювання в МПР51-Щ4 використовуються 4 двохпозиційних нормально розімкнутих реле 4 А 220 В, які попарно закріплені за ПІД-регуляторами. ПІД-регулятори можуть управляти різними виконавчими механізмами:
 - двохпозиційним (Теном, охолоджувачем) з використанням одного е / м реле;
 - трьохпозиційним (засувкою) з використанням двох е / м реле.
- Для управління додатковим обладнанням або для сигналізації про хід технологічного циклу можна використовувати п'яту реле «Аварія» або 8 транзисторних ключів з відкритим колектором. Будь-яке незадіяний реле може використовуватися одним з компараторів для сигналізації про вихід контрольованої величини за задані межі або для двохпозиційного регулювання.
- Регулювання по заданій користувачем програмі. Зміна параметрів регулювання здійснюється за заданою користувачем програмою, що складається з послідовності кроків. На кожному кроці програми можуть бути задані:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 35 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- вхідна величина (з п'яти можливих) для кожного ПД-регулятора;
- уставки підтримуваних температур і вологості;
- умови переходу до наступного кроку - за часом і (або) після досягнення заданого значення температури (вологості);
- швидкість виходу на уставку;
- режими проходження імпульсів для транзисторних ключів.

Програми запам'ятовуються в незалежній пам'яті приладу, а потім використовуються за вибором користувача. Кількість програм, що зберігаються в пам'яті приладу, залежить від числа кроків в кожній. Кількість кроків в програмі задається користувачем. Всього прилад може зберігати від 60 програм по 7 кроків кожна до 5 програм по 99 кроків кожна.

- Діагностика та контроль проходження технологічного процесу. Прилад видає сигнал «Аварія» замиканням контактів п'ятого реле приладу і світінням світлодіода «Аварія»:
 - при виході будь-якого з регульованих параметрів за задані межі;
 - при обриві або короткому замиканні датчика;
 - при діагностуванні неможливості продовження роботи;
 - після закінчення виконання програми.

У разі тимчасового відключення живлення під час виконання програми подальші дії приладу визначаються по заданому користувачем алгоритму.

Програмування та захист:

Значення параметрів задаються за допомогою кнопок на лицьовій панелі приладу. Для кожної групи фахівців (наладчиків, технологів і т. Д.) Є своя група параметрів, доступ до якої можливий тільки через пароль. Існує можливість завдання і зміни параметрів МПР51-Щ4 за допомогою програми-конфігурувати на ПК. Для цього прилад необхідно підключити до ПК за допомогою спеціального кабелю.

Реєстрація даних на ПК:

У приладі передбачена можливість реєстрації ходу технологічного процесу на ПК. Для реєстрації можна використовувати SCADA-систему Owen Process

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 36 |

Manager або будь-яку іншу програму. Компанія ОВЕН безкоштовно надає для МПР-51-Щ4:

- драйвер для Trace Mode;
- OPC-сервер для підключення приладу до будь-SCADA-системі або іншій програмі, що підтримує OPC-технологію;
- бібліотеки WIN DLL для швидкого написання драйверів.

Схеми підключення:

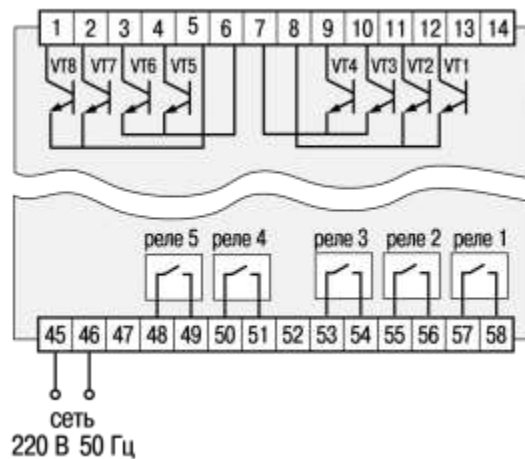


Рис.2.12. Схема підключення вимірювальних датчиків і датчиків положення засувки.

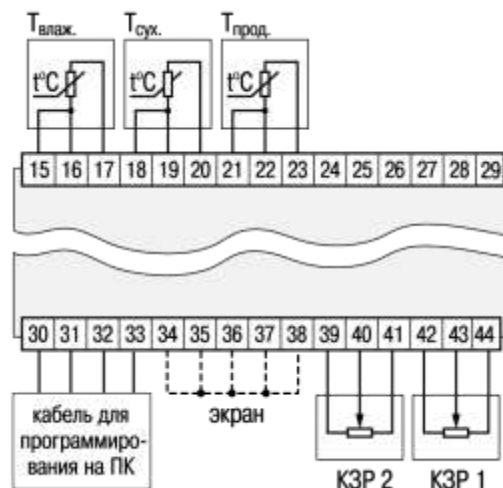


Рис.2.13. Схема підключення транзисторних ключів і вихідних пристроїв.

ПМЕ 111:



Рис.2.14. Зовнішній вигляд ПМЕ 111.

Електромагнітний пускач ПМЕ 111 встановлюється з метою оперування електродвигуном, підключеним до мережі змінного струму напругою до 500 V з частотою 50 Hz. Пускач є триполюсний нереверсивним і без реле перевантаження. У конструкцію включені додаткові контакти 2NO.

- Номінальний струм при U до 380 V дорівнює 10A, при $U = 500 V$ знижується до 6A.
- Потужність відповідного двигуна залежить від напруги в його ланцюга:
 - при напрузі 127В 1,1 кВт;
 - при напрузі 220В 2,2 кВт;
 - при напрузі 380В і 500В 4 кВт.
- Пускач комплектується котушкою управління розрахованої на напругу 220 або 380 вольт. Напруження в діапазоні 0,85 - 1,1 від U_n на котушці, досить для утримання головних контактів в зчепленому положенні.
- Кліматичне виконання і категорія розміщення - У3 згідно з нормативним документом ГОСТ 15150-69.
- Пускач випущений у відкритому виконанні, отже, ступінь захисту IP 00 по ГОСТ 14254-96.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 38 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- Складається з вузлів: електромагнітна система, контактна система, металеву основу, допоміжні контакти. [11]

Справність електромагнітної системи:

Вид збоку на пускач електромагнітний ПМЕ 112 з тепловим релеУправляючий електромагніт при експлуатації створює легкий звук, на зразок гудіння трансформатора. Якщо чується сильне гудіння, то можливий перегрів котушки та деренчання електромагніту, що призводить до пошкодження і самосвінчіванію кріпильних елементів.

Гучне гудіння можуть викликати такі факти:

- слабке затягування гвинтів кріплення якоря і сердечника;
- контактні пружини занадто жорсткі;
- вийшов з ладу короткозамкнений виток в пазі сердечника;
- контактна група сильно стискається;
- якір насилу пересувається або присутній перекис;
- якорі не чітко притискається до сердечника через бруд або спотворення поверхні стику.

Щоб усунути несправність перевіряють контакт якоря і сердечника, і якщо між ними знаходиться бруд, її видаляють. Оглядають точність підгонки рухомий і стаціонарної деталей електромагніта. Переконаються в цілісності короткозамкнутого витка (збільшення довжини витка, площі провідника або матеріалу не припустимі).

Для перевірки площі зіткнення в магнітній системі, просовують тонку білу і копіювальний папір, далі вручну переміщують якір і проводять огляд. Якщо площа стику менша 60-75% від базової, то якір слід підганяти. Така робота виконується сумлінно і досвідченим слюсарем (шабровка проводиться вздовж шихтовки, що знімається шар повинен бути тонким).

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 39 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

Розділ 3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК

3.1. Проектне компонування мікропроцесорного контролера

У цій роботі використовуються мікропроцесорні контролери від Schneider Electric, які останнім часом широко використовуються вітчизняними інженерними фірмами при розробці та впровадженні систем автоматизації в різних галузях промисловості. Schneider Automation виробляє широкий спектр ПЛК, які умовно розділені на дві гілки. Перша гілка включає PLC Modicon TSX Nano, Modicon TSX Premium, а друга - Modicon TSX Quantum.

Мікропроцесорні контролери TSX Premium призначені для управління складними технологічними або виробничими процесами, що вимагають обробки великої кількості інформації та управління великою кількістю виконавчих механізмів.

Архітектурно TSX Premium складається з одного або декількох взаємопов'язаних окремих шасі, на яких встановлені різні модулі: процесор, блоки живлення, модулі дискретних та аналогових входів і виходів, лічильники, комунікація та інші. Загальна довжина розробленої шини контролера не може перевищувати 100 метрів.

Контролер включає в себе один процесорний модуль, але кожне шасі повинно мати власний блок живлення, потужність якого вибирається залежно від кількості та характеристик модулів, встановлених у цьому шасі.

Конфігурація контролера враховує типи та кількість вхідно-вихідних модулів, які необхідно використовувати для підключення датчиків і виконавчих механізмів, а також інших спеціальних модулів.

Основним конструктивним елементом контролера є шасі. З одного боку, шасі використовується як конструктивний елемент, на якому розміщені та закріплені окремі модулі контролера, з іншого - шасі має загальну шину під назвою X Bus і яка живить як модулі, встановлені в шасі, так і обмін сигналами

| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | | | |
|--------------------|-------------|-----------------------|---------------|-------------|--|----------------------|-------------|----------------|
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | | | |
| <i>Розроб.</i> | | <i>Гомоляко І. Д.</i> | | | <i>Розробка системи автоматизації процесу виробництва печива</i> | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Акрушів</i> |
| <i>Перевір.</i> | | <i>Ельперін І.В.</i> | | | | | 40 | 12 |
| <i>Секр. Е.К.</i> | | <i>Проскурка Є.С.</i> | | | | <i>НУХТ АК-4-Зск</i> | | |
| <i>Зав.кафедри</i> | | <i>Ельперін І.В.</i> | | | | | | |

та даними між окремими модулями контролера. [12]

Модулі процесора відрізняються функціональністю, основними з яких є:

- Кількість шасі, яке може бути частиною PLC;
- Кількість входів - виходів, які може обробити контролер;
- Кількість спеціальних модулів;
- Кількість і тип мереж, до яких може бути підключений ПЛК;
- Кількість налаштованих контурів управління;
- Типи та об'єм пам'яті.

Модуль процесора підключений до шасі за допомогою кабелю шини X Bus.

Вважається, що модуль процесора має термінатор з позначкою А, тому на іншому кінці шини X Bus потрібно встановити лінійний термінатор з позначкою В.

У кожному шасі повинен бути встановлений блок живлення. Доступні різні джерела живлення, які відрізняються між собою джерелом живлення змінного або постійного струму, потужністю та розміром.

Реалізація алгоритму управління технологічним процесом приготування печива вимагає:

- дискретні виходи 8;
- Аналогові входи 12;
- Аналогові виходи 3.

Контролер TSX Premium складається з наступних модулів:

1. Блок живлення TSX PSY 2600M;
2. Модуль процесора TSX P27 3634M;
3. TSX / IP TSX ETY PORT модуль;
4. Модуль аналогового введення TSX AEY 1600;
5. Модуль аналогових виходів TSX ASY 410;
6. Модуль дискретного виводу TSX DSY 08T2.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 41 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

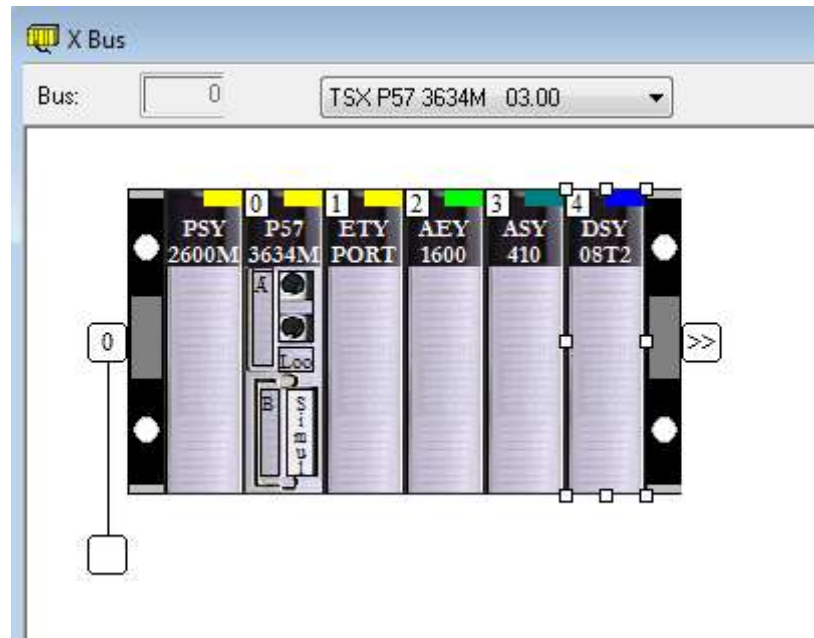


Рис.3.1.Зовнішній вигляд шасі з модулями контролера.

Конфігурування TSX Premium:

Оскільки обраний контролер може виконати всі необхідні кроки для впровадження нашої системи автоматизації хлібопекарських процесів, нам потрібно налаштувати наш ПЛК, додавши додаткові модулі вводу-виводу, які підключатимуть всі датчики та виконавчі пристрої до нашого мікропроцесорного контролера. Кількість усіх входів / виходів в системі наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Конфігурування МПК

| Вимоги | Кількість або наявність |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| Живлення ПЛК (24 VDC або 24 VAC) | 24 |
| Кількість аналогових входів 4-20 mA | 12 |
| Кількість аналогових виходів 4-20 mA | 3 |
| Кількість дискретних виходів 9-30В | 8 |

Вибір процесорного модуля:

Враховуючи кількість каналів вводу-виводу, обсяг пам'яті для користувальницької програми та доступність комунікацій, виберіть процесорний модуль TSX P57 3634M, оскільки він зможе реалізувати систему з такою

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| | | | | | | 42 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

кількістю сигналів.

Для підключення датчиків та ВМ були обрані модулі вводу\виводу:

- 16 ВА (Входи аналогові) 4-20 мА – TSXAEY1600;
- 4АВ (Аналогові виходи) 4-20 мА – TSXASY410;
- 16 ДВ (дискретні виходи) 9-30В – TSXDSY08T2;

Аналогові входи:

У цьому проекті використовуються датчики та перетворювачі з рівномірним вихідним струмовим сигналом 4-20 мА. Зовнішній аналоговий сигнал 4-20 мА послідовно проходить через клемний блок і подається на аналого-цифровий перетворювач модуля TSXAEY1600.

За допомогою письмової програми здійснюється керуючий сигнал в залежності від тих значень сигналу, які надійшли до модуля TSXAEY1600.



Рис.3.2. Зовнішній вигляд модуля аналогових входів TSXAEY1600.

Аналогові виходи:

Сигнал з виходу модуля TSXASY410 подається на клемний блок. Модуль TSXASY410 перетворює сигнал з цифрового в аналоговий у вигляді струму від 4 до 20 мА. Цей сигнал надходить до електропневматичних перетворювачів, де він перетворюється на пневматичний, і управляє пневматичними клапанами.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 43 |



Рис.3.3. Зовнішній вигляд модуля аналогових виходів TSXASY410.

Дискретні виходи:

Модуль TSXDSY08T2 перетворює сигнал з цифрового в дискретний, який подається на клеми магнітних пускачів, контролює його ввімкнення та вимкнення.



Рис.3.4. Зовнішній вигляд модуля дискретних виходів TSXDSY08T2.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | 44 |

3.2. Загальна схема підключення

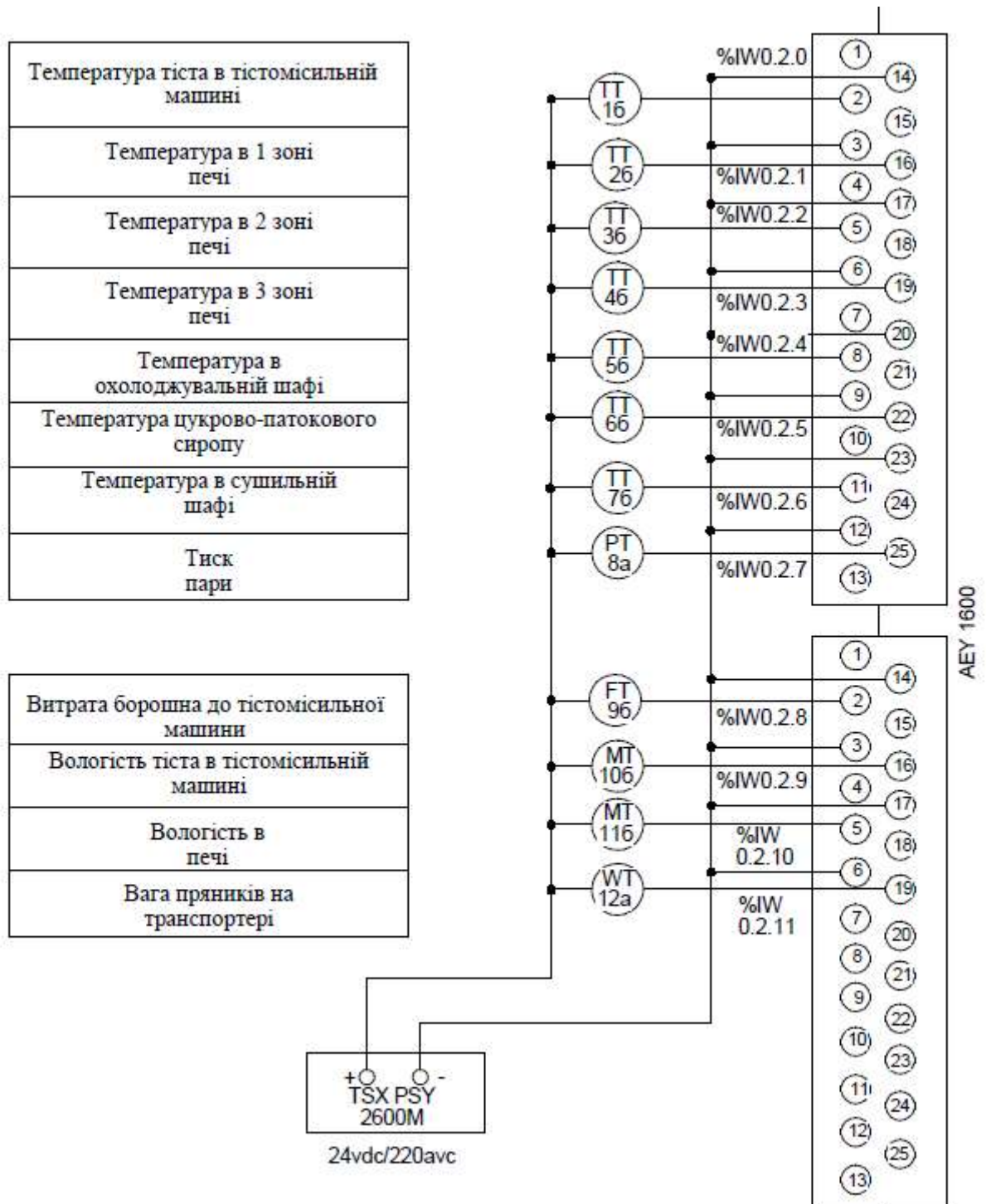


Рис.3.5. Підключення датчиків до модуля аналогових входів.

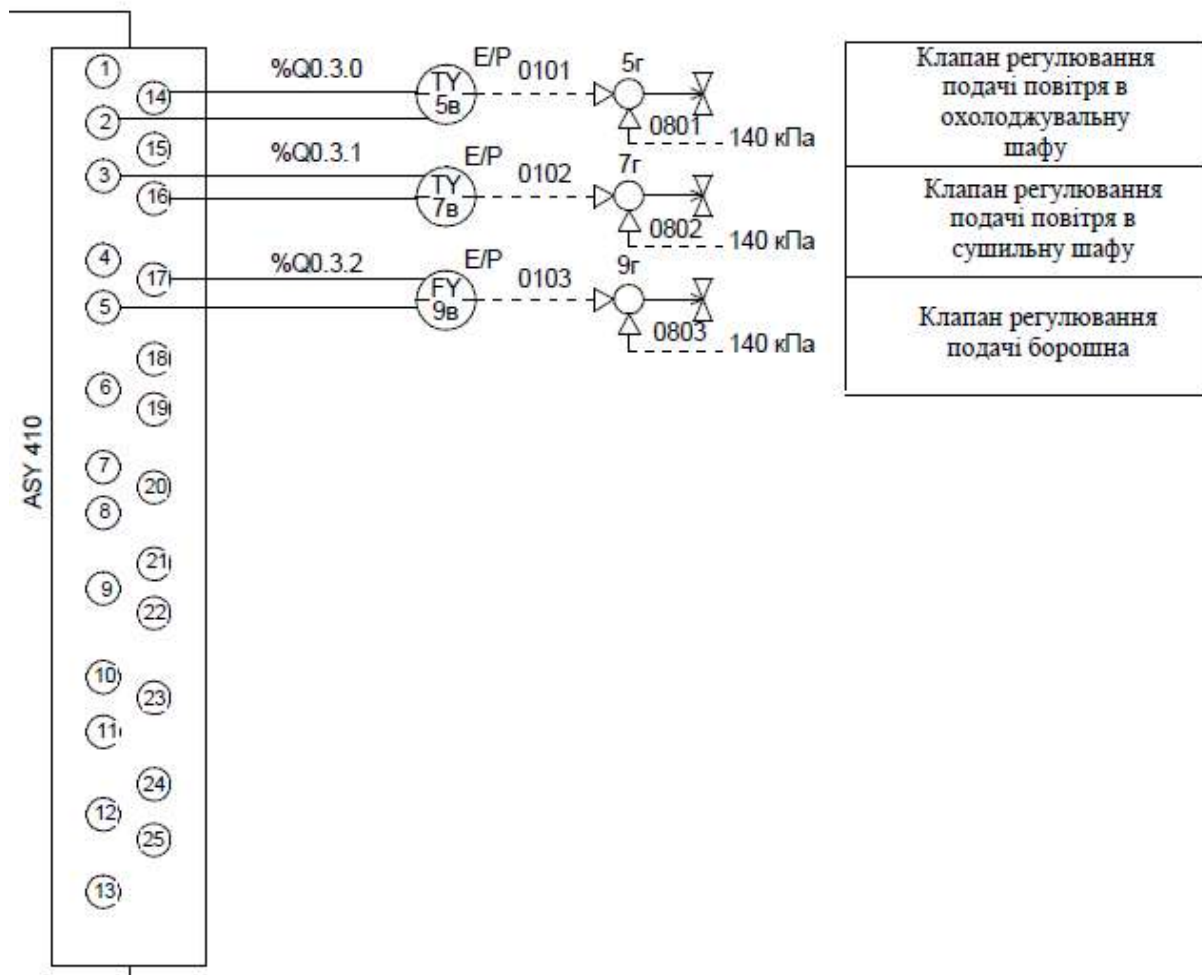


Рис.3.6. Підключення датчиків до модуля аналогових виходів.

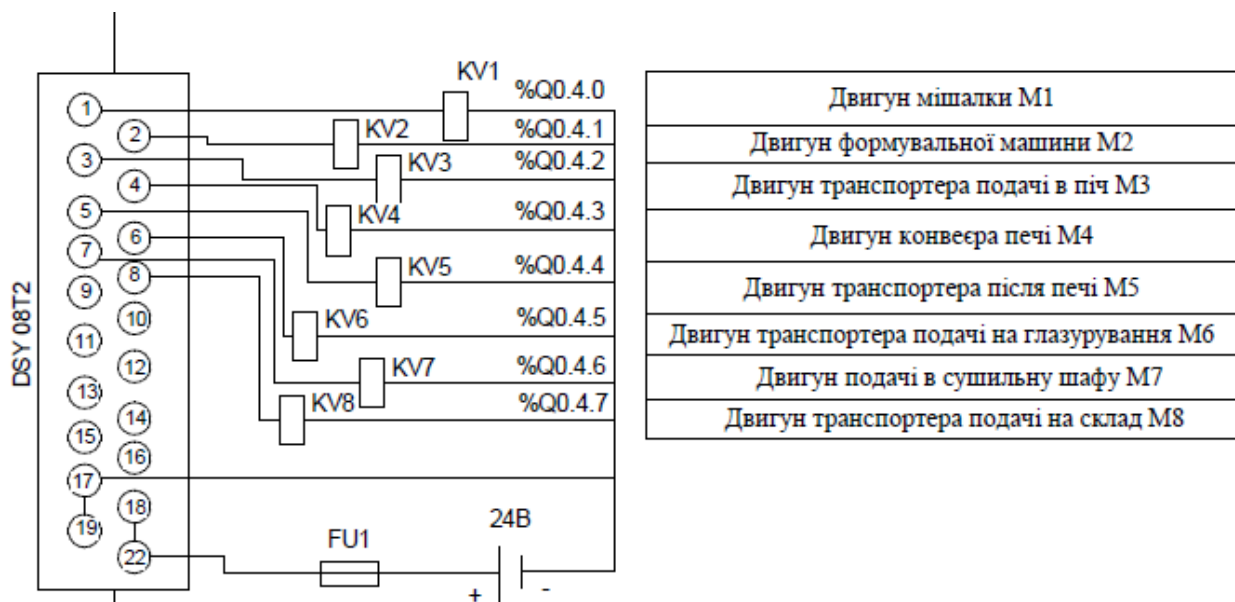


Рис.3.7. Підключення датчиків до модуля дискретних виходів.

Вторинні перетворювачі температури ТТ (16-76) підключені до модуля аналогових входів TSXAEY1600 на клеммах 2-11 першого блоку. Після

отримання інформації аналоговим входом модуля TSXAEY1600 інформація від датчиків температури передається на контролер, де залежно від отриманої інформації та написаної програми вона обробляється, реєструється і служить додатковою інформацією для системи автоматизації. Сигнали з датчиків (5б, 7б) надходять на модуль аналогових виходів TSXASY410 , до якого підключені електро-пневматичні перетворювачі (5в, 7в), що керують клапанами подачі повітря в охолоджувальну шафу (5г) та подачі повітря у сушильну шафу (7в).

Датчик тиску РТ (8б) підключений до модуля аналогових входів TSXAEY1600 на 25 клему першого блоку. Після отримання інформації аналоговим входом модуля TSXAEY1600 інформація від датчику тиску передається на контролер, де залежно від отриманої інформації та написаної програми вона обробляється, реєструється і служить додатковою інформацією для системи автоматизації.

Вторинний перетворювач датчика витрати FT (9б) підключений до модуля аналогових входів TSXAEY1600 на 2 клему другого блоку. Після отримання інформації аналоговим входом модуля TSXAEY1600 інформація від датчика витрати передається на контролер, де вона обробляється, реєструється, формуєть керуючий сигнал та надходить на модуль аналогових виходів TSXASY410 , до якого підключений електро-пневматичний перетворювач (9в), що керує клапаном регулювання подачі борошна (9г).

Вологоміри МТ (10б-11б) підключені до модуля аналогових входів TSXAEY1600 на клемах 3-5 другого блоку. Після отримання інформації аналоговим входом модуля TSXAEY1600 інформація від датчиків вологості передається на контролер, де залежно від отриманої інформації та написаної програми вона обробляється, реєструється і служить додатковою інформацією для системи автоматизації.

Датчик ваги WT (12б) підключений до модуля аналогових входів TSXAEY1600 на 19 клему другого блоку. Після отримання інформації аналоговим входом модуля TSXAEY1600 інформація від датчику ваги передається на контролер, де залежно від отриманої інформації та написаної

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 47 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

програми вона обробляється, реєструється і служить додатковою інформацією для системи автоматизації.

3.3. Розширені схеми підключення для окремих контурів

Розширена схема підключення контуру вимірювання та регулювання температури:

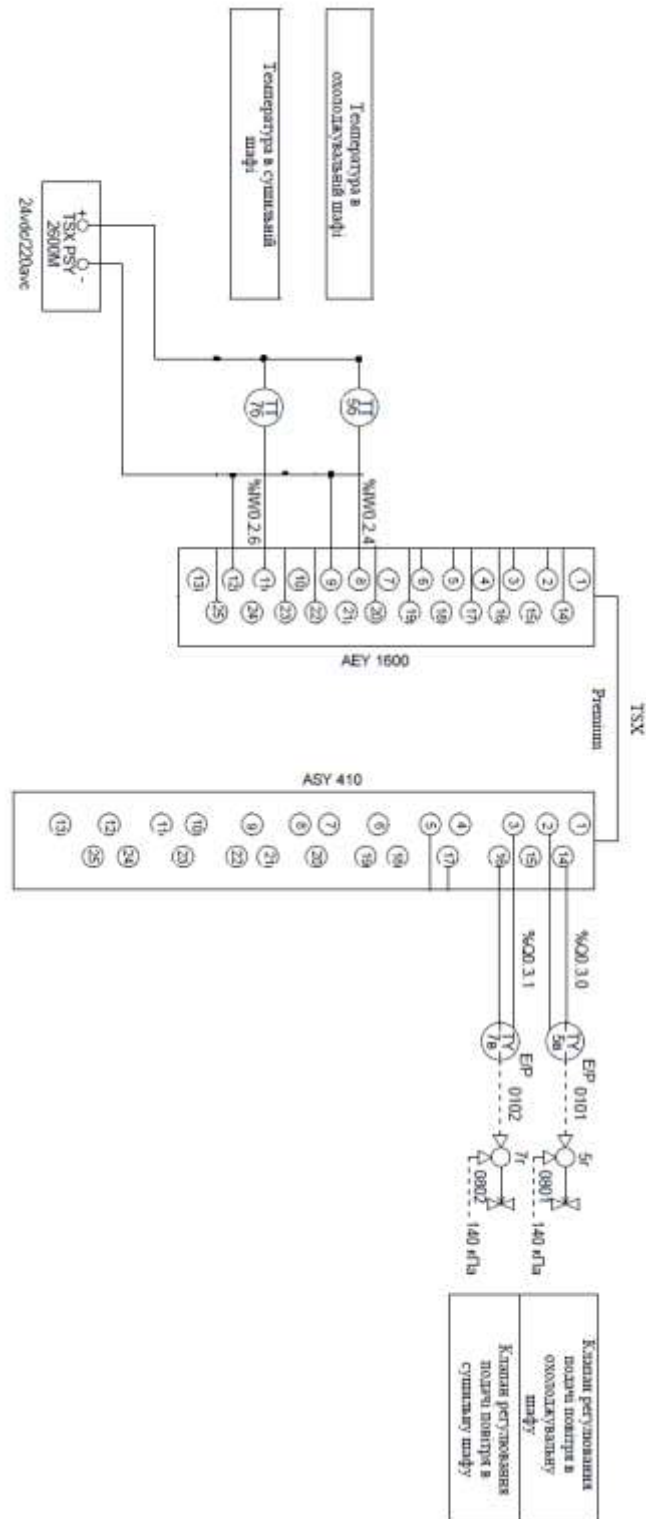


Рис.3.8. Підключення датчиків температури та ЕП до модуля аналогових входів та виходів

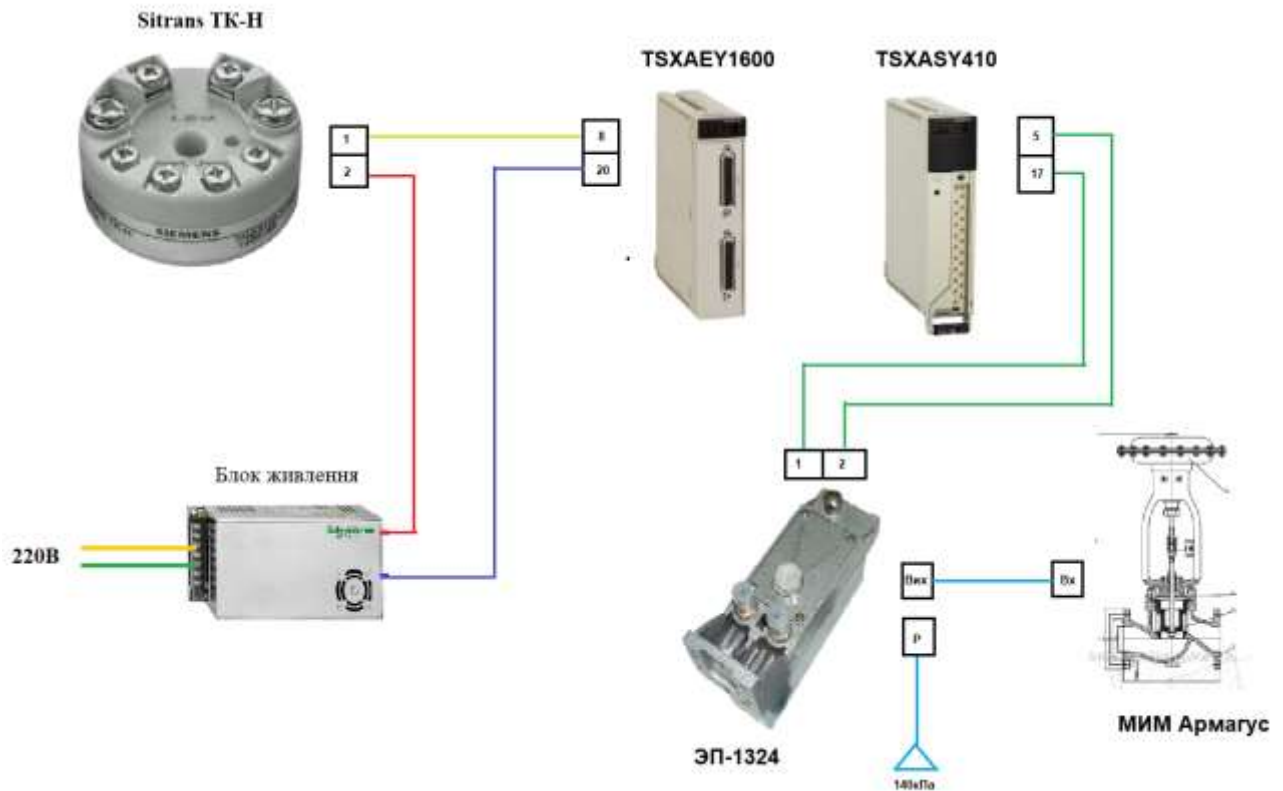


Рис.3.9. Графічне зображення підключення технічних засобів контуру контролю та регулювання температури

Опис схеми підключення:

Вторинні перетворювачі температури ТТ (1б-7б) підключені до модуля аналогових входів TSXAEY1600 на клеммах 2-11 першого блоку. Після отримання інформації аналоговим входом модуля TSXAEY1600 інформація від датчиків температури передається на контролер, де залежно від отриманої інформації та написаної програми вона обробляється, реєструється і служить додатковою інформацією для системи автоматизації. Сигнали з датчиків (5б, 7б) надходять на модуль аналогових виходів TSXASY410, до якого підключені електро-пневматичні перетворювачі (5в, 7в), що керують клапанами подачі повітря в охолоджувальну шафу (5г) та подачі повітря у сушильну шафу (7в).

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 49 |

Розширена схема підключення контуру вимірювання тиску:

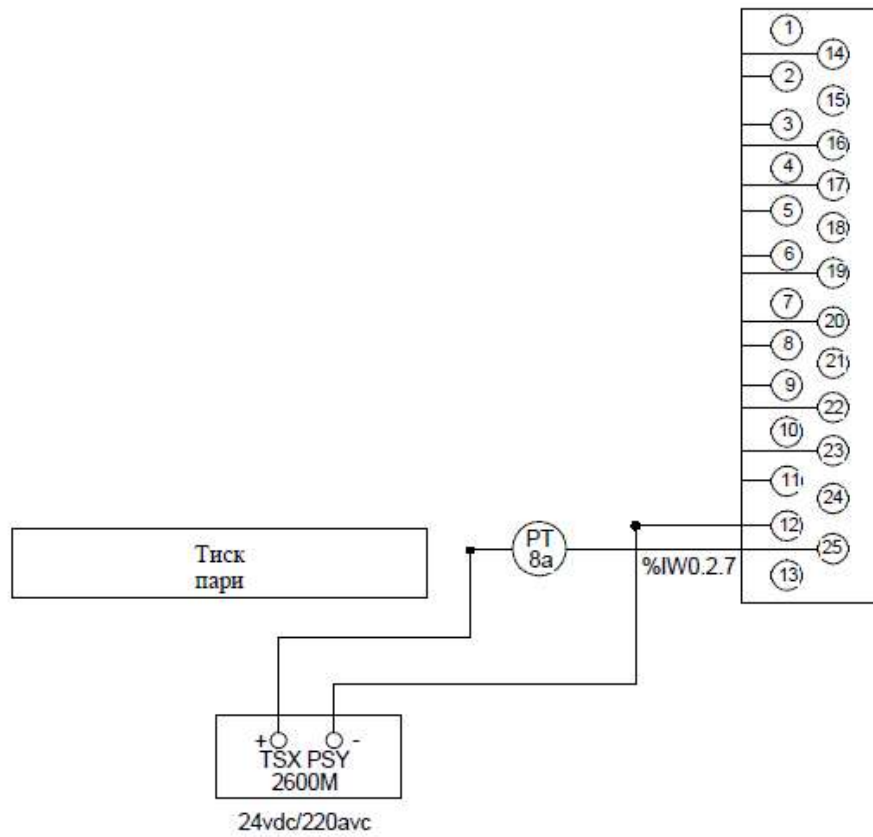


Рис.3.10. Підключення датчика тиску до модуля аналогових входів

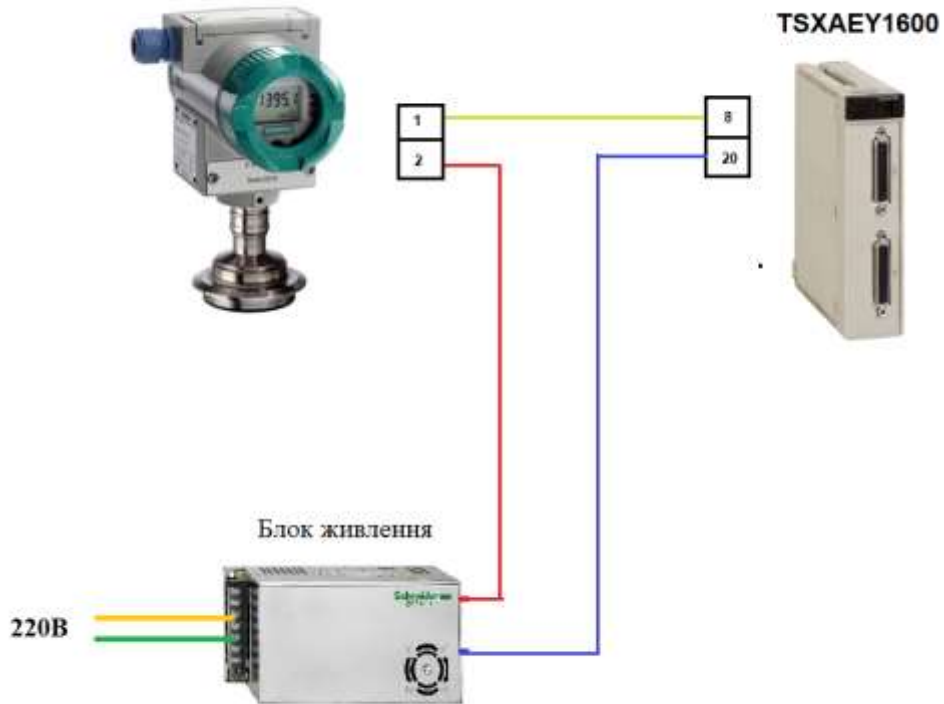


Рис.3.11. Графічне зображення підключення технічних засобів контуру контролю тиску

Опис схеми підключення:

Датчик тиску РТ (86) підключений до модуля аналогових входів TSXAEY1600 на 25 клему першого блоку. Після отримання інформації аналоговим входом модуля TSXAEY1600 інформація від датчику тиску передається на контролер, де залежно від отриманої інформації та написаної програми вона обробляється, реєструється і служить додатковою інформацією для системи автоматизації.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 51 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів

Велике значення при підготовці технологічної лінії виробництва пряників до автоматизації має вибір основних технологічних параметрів, що є об'єктивним контролем процесу. Наявність надійних приладів для вимірювання температури на всіх етапах дозволяє контролювати і керувати процесом виробництва глазурованих пряників.

Для контролю температури в місильній машині, в холодильних і сушильних шафах, температурі глазури в цьому проекті був обраний термометр опору Pt-100 7MC1000-1BA2 і датчик вимірювання температури SITRANS TK-N 7NG3122-1JN00.

Вимірювання температури термометрами опору відноситься до контактних методів і базується на властивостях провідників (металів) та напівпровідників змінювати свій електричний опір R залежно від зміни їх температури.

Термометр опору виготовлений з платини і відповідає наступним вимогам:

- має монотонну без гістерезису характеристику перетворення $R = f(t)$;
- мають високий електричний опір, а метал термометра опору не взаємодіє з вимірюваним середовищем;
- мають досить великий і постійний у часі температурний коефіцієнт опору α , який визначається для термометра опору в діапазоні температур від 0 до 100 °C залежно від:

$$\alpha = (R_{100} - R_0) / (R_0 \cdot 100), \text{ [для платини } \square 4 * 10 (1 / \square C)\text{].}$$

Термометр опору (див. Аркуш 3 графічного матеріалу проекту) - це дріт певної довжини та діаметром 0,07 мм, який намотується на стрижень ізоляційного матеріалу (слюди) індуктивним методом, тобто біфілярним (в два дроти, одночасна подвійна обмотка) і який є чутливим елементом. Чутливий елемент термометра опору розміщений у корпусі (кожусі) з нержавіючої сталі,

| | | | | | Кваліфікаційна робота | | | |
|-------------|------|----------------|--------|------|---|---------------|------|---------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Гомоляко І. Д. | | | Розробка системи автоматизації процесу виробництва печива | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Перевір. | | Ельперін І.В. | | | | | 52 | 5 |
| Секр. Е.К. | | Проскурка Є.С. | | | | НУХТ АК-4-Зск | | |
| Зав.кафедри | | Ельперін І.В. | | | | | | |
| | | | | | | | | |

який має різьбове з'єднання для кріплення до металевих стінок технологічного обладнання та головку, в якій розміщують клеми для підключення зовнішніх проводів.

Залежність опору $R=f(t)$ термометра опору від температури називається характеристикою градування. Для платинових ТО залежність опору від температури визначається трьома членами формули для температур $\geq 0^{\circ}\text{C}$:

$$R_n = R_{0n} \cdot (1 + \alpha t + \beta t^2),$$

$$\text{де } \alpha = +3,96810^{-3} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}; \beta = -5,84710^{-7} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}.$$

Залежно від діапазону вимірювання та вимог до точності вимірювання, термометри опору підключаються в дво-, три- або чотирипровідну схему. Для цього можуть бути поставлені мірні вставки з двома, трьома або чотирма внутрішніми лініями. При незначно низькому опорі внутрішньої лінії можна використовувати вимірювальні вставки з двома внутрішніми лініями в три- та чотирипровідних ланцюгах. Точна компенсація прибудови в робочому стані можлива лише за допомогою трьох продовжувачів, які використовуються в цьому проекті. Коли внутрішній опір лінії перевищує 0,2 Ом, його значення вказується на кріпильному фланці вимірювальної вставки. Завдяки силі струму термометра він нагрівається щодо вимірюваної речовини. Отримана похибка збільшується відповідно до квадрата струму термометра і лінійно значення відповідного вимірювального резистора. Окрім сили струму термометра, похибка залежить від конструкції термометра та від тепловіддачі між захисною трубкою та вимірюваною речовиною. Вторинні прилади, які працюють за показниковим методом вимірювання, вимагають вищої вимірювальної здатності. У цьому випадку сила струму термометра не повинна перевищувати 10 мА, щоб помилка нагрівання залишалася в допустимих межах.

Для монтажу в трубопроводах, резервуарах тощо, залежно від механічного або хімічного навантаження, застосовується відповідна захисна арматура.

Процес вибору відповідного матеріалу захисної трубки або комбінацій різних матеріалів захисних труб повинен проводитися дуже обережно, оскільки ці матеріали повинні витримувати навантаження, спричинені статичним тиском,

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 53 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

витратою та температурою. Крім того, інерційність показання повинна залишатися якомога меншою. Тип установки захисної трубки залежить від мети використання. При допустимих робочих перевантаженнях приблизно до 90 бар захисні труби вкручуються в трубопровід. Для більш високого тиску конічні захисні трубки постачаються і зварюються. Термометри для контролю печей кріпляться фланцями.

Через різні умови експлуатації відповідальність виробника не поширюється на захисну арматуру. Виробник несе відповідальність за пошкодження та помилки вимірювання внаслідок некваліфікованого монтажу в рамках загальних умов поставки, лише якщо монтаж проводив виробник, а дані, надані замовником щодо умов експлуатації, були правильними та детальними.

Термометр опору з приєднувальною голівкою Pt-100 7MS1000-1VA2 підходить для температур $-50 \dots + 600 \text{ }^{\circ}\text{C}$, може бути виготовлений із вбудованим датчиком вимірювання температури. Він забезпечує вимірювання температури без "мертвих зон", може бути встановлений на вже існуючих трубопроводах, підходить для труб усіх широко розповсюджених діаметрів. Оптимальна реєстрація температури здійснюється завдяки металевій системі затиску. Можлива змінна мірна вставка Pt-100; не потрібно міняти розташування вимірювальних точок. Також існує можливість калібрування.

Вимірювання температури здійснюється за допомогою простого та швидкого монтажу на будь-який доступний трубопровід. При цьому переривання трубопроводу та зварювання не потрібні. Монтаж на трубопроводі здійснюється за допомогою подвійної манжети. Цей термометр опору має (див. Аркуш 2 графічного матеріалу проекту):

1. З'єднувальна голівка 7MS1907-1VA, вагою 0,14 кг, яка виготовлена з легкого металу (лиття), з 1 кабельним входом, різьбовою кришкою, має форму В і клас захисту IP 54.

2. Консоль 7MS1906-1AA з нержавіючої сталі, матеріал №1.4571, різьба з обох сторін.

3. З'єднувальна основа з компресійними пружинами.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 54 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

4. Монтажна гайка.

5. Захисна гільза, яка має циліндричну форму діаметром 10 мм, без шва. Він виготовлений з матеріалу № 1.0305, емалі та має додаткове навантаження 1 бар відповідно до DIN 43772.

6. Ізолюючі намистини.

7. Вимірювальний резистор (вимірювальна обмотка), який знаходиться в керамічному корпусі, має трипровідне з'єднання, довжиною 600 мм і вагою 0,9 кг. Реєстрація температури здійснюється за допомогою цього вимірювального елемента. Для оптимальної передачі тепла між трубопроводом і Pt100 встановлена металева система затиску. Вимірювальна вставка захищена ізолюючою втулкою з термостійкого пластику.

8. Температурний зонд із трубчастою манжетою 7MS8015-1AA-Z0, який використовується для контролю температури, особливо в стерильних умовах, у харчовій та фармацевтичній промисловості. Якщо потрібно калібрування, весь блок Pt100 легко демонтується; не потрібно відключати сполучну лінію від вимірювального щупа. Він постачається з усіма загальними головками та одним варіантом вилки.

В якості вимірювальних приладів, що використовуються разом із термометром опору, використовуються збалансовані та незбалансовані мости, логометри та сучасні вимірювальні перетворювачі з уніфікованим вихідним сигналом.

Комплект поставки приладу може включати як опцію вбудований вимірювальний перетворювач.

Датчик вимірювання температури SITRANS TK-H 7NG3122-1JN00, який використовується в дипломному проекті, перетворює сигнал від термометра опору Pt-100 7MC1000-1BA2 наступним чином: вимірювальний сигнал, що надходить від первинного вимірювального пристрою (RTD - платиновий вхід і в аналог - в цифровий перетворювач, де він перетворюється в цифровий код. Через гальванічний ізолятор цифровий сигнал подається на мікропроцесорний контролер, де він лінеаризується і регулюється відповідно до необхідного

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 55 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

діапазону вимірювання. Параметри конфігурації (тип PVP, вимірювання діапазону) для інвертора Sitrans ТК / ТК-Н встановлюються з комп'ютера. Для цього скористайтеся модулем підключення модему HART, який підтримує програмне забезпечення SIPROM у двопровідній схемі. Управління також можна здійснити за допомогою спеціального ручного управління панелі. Сигнали, необхідні для зв'язку HART, накладаються на вихідний струмовий сигнал за допомогою перемикачів частоти (FSK). Дані на вимірювальному перетворювачі, а також завдання для його конфігурації зберігаються в енергонезалежній пам'яті перетворювача.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 56 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

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

Програма для роботи системи автоматизації розроблена в програмі Unity Pro від Schneider Electric.



Рис.5.1. Логотип програмного забезпечення Unity Pro.

Система Unity Pro - це багатофункціональне програмне забезпечення для програмування, налагодження та оперативного управління ПЛК Modicon M340, Premium та Quantum, а також Atrium. який відповідає стандарту IEC 61131-3, визнав переваги пакетів PL7 та Concept, а також базується на відомих стандартах PL7 та Concept.

Unity Pro має повний набір готових функцій для підвищення продуктивності:

- нові вбудовані засоби діагностики.
- сучасний функціонал;
- оптимальна стандартизація, що дозволяє повторно використовувати розробки;
- численні інструменти для тестування програми та вдосконалення системи;

Unity включає спеціальне програмне забезпечення, яке має:

- природна комунікабельність.
- розробка та створення додатків з інтеграцією PLC / інтерфейс людина-машина.

| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | | | |
|-------------|------|----------------|--------|------|--|----------------------|------|---------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Гомоляко І. Д. | | | <i>Розробка системи автоматизації процесу виробництва печива</i> | Літ. | Арк. | Акрушів |
| Перевір. | | Ельперін І.В. | | | | | 57 | 6 |
| Секр. Е.К. | | Проскурка Є.С. | | | | <i>НУХТ АК-4-Зск</i> | | |
| Зав.кафедри | | Ельперін І.В. | | | | | | |

- відкритість для розробки на C або VBA (Visual Basic для додатків);

Платформи автоматизації Modicon з технологією Transparent Ready на основі TCP / IP Ethernet та веб-технологіями мають рішення для оптимізації продуктивності. Послуги веб-сервера, електронна пошта, прямий доступ до бази даних, синхронізація пристрою, розподілене введення-виведення.

Робоча система інструментів Unity Pro дозволяє:

- настроювана панель інструментів та піктограми;
- функції перетягування та масштабування;
- вбудоване діагностичне вікно.
- прямий доступ до інструментів та інформації;
- 100% графічна конфігурація;

Розширений діапазон функцій:

- журнал історії операторів в системі Unity Pro, що зберігається у захищеному файлі;
- захист профілю користувача та пароля;

Емуляція ПЛК:

Вбудована функція емулятора PLC дозволяє точно відтворити поведінку програми PLC на вашому комп'ютері. Емулятор підтримує всі необхідні засоби налагодження для досягнення максимальної якості перед установкою:

- поступове впровадження програми;
- точки зупинку програми та контрольні точки змінних змін;
- Анімація в реальному часі для перевірки змінних та логіки під час роботи.
- Скорочення вимушеного простою.

Система інструментів Unity Pro підтримує бібліотеку DFB для діагностики роботи програми. Функціональні блоки, інтегровані в програму, використовуються (залежно від їх призначення) для контролю умов безпечної роботи та розвитку процесу в часі.

Вікно програми відображає у хронологічному порядку всі повідомлення про збої системи та помилки програми із позначкою часу, коли вони сталися. В

У цьому вікні ви можете запустити редактор одним клацанням, щоб

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 58 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

усунути помилки в програмі (пошук помилок у вихідному тексті). Зміни, внесені в режимі онлайн, можна групувати в автономному режимі на комп'ютері та завантажувати безпосередньо в ПЛК, щоб усі зміни враховувалися за один цикл сканування. [13]

Переваги стандартизації:

Система інструментів Unity Pro має повний набір інструментів та функцій, необхідних для структурування додатків відповідно до характеристик процесу або блоку.

Програма розділена на ієрархічно розташовані функціональні блоки, що містять:

- програмна область;
- таблиці анімації;
- екрани операторів;
- гіперпосилання.

Основні часто використовувані функції можуть бути запрограмовані у спеціальних функціональних блоках (DFB) у IEC 61131.

Багаторазове використання модулів:

Всі модулі оптимізовані та відповідають вимогам, скорочуючи час розробки та налагодження на місці, одночасно оптимізуючи якість:

- функціональні модулі можуть бути використані повторно в додатку та застосовувати XML для імпорту / експорту між проектами;
- функціональні блоки легко «перетягуються» в проект з бібліотеки за допомогою технології «миші» - перетягування;
- автоматичне оновлення копій блоків у телевізійних програмах при змінах у бібліотеці (за бажанням).

Також був розроблений алгоритм промислового логічного контролера (PLC) для запуску системи автоматизації виробництва файлів cookie. Проектне компонування контролера представлено на малюнку 5.2.

Реалізація алгоритму управління технологічним процесом приготування печива потребує:

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 59 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

- Дискретні виходи 8;
- Аналогові входи 12;
- Аналогові виходи 3.

Контролер TSX Premium компонуємо з таких модулів:

1. Блок живлення TSX PSY 2600M
2. Модуль процесора TSX P57 3634M
3. Модуль TCP/IP TSX ETY PORT
4. Модуль аналогових входів TSX AEY 1600
5. Модуль аналогових виходів TSX ASY 410
6. Модуль дискретних виходів TSX DSY 08T2

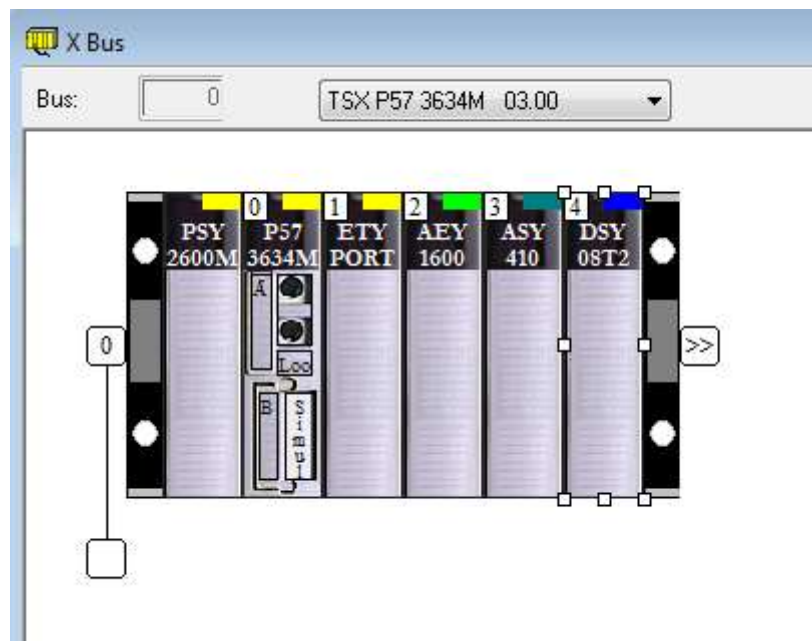


Рис.5.2. Проектне компонування TSX Premium.

Принципова схема підключення датчиків до контролера реалізована на листі 2 графічного матеріалу, де кожний провід має свою нумерацію для полегшення в підключенні. Використовуються пневматичні виконавчі механізми.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 60 |

Таблиця 5.1. Аналогові входи для TSX Premium

| Variables | | | | | | |
|----------------------------------|------|----------|-------|---------|---|--|
| DDT Types | | | | | | |
| Function Blocks | | | | | | |
| DFB Types | | | | | | |
| Filter | | | | | | |
| Name = * | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> EDT | <input checked="" type="checkbox"/> DD |
| Name | Type | Address | Value | Comment | | |
| ● temperatyra_tista | REAL | %w0.2.0 | | | | |
| ● temperatyra_1_zona | REAL | %w0.2.1 | | | | |
| ● temperatyra_2_zona | REAL | %w0.2.2 | | | | |
| ● temperatyra_3_zona | REAL | %w0.2.3 | | | | |
| ● temperatyra_oxol_shafa | REAL | %w0.2.4 | | | | |
| ● temperatyra_tsykrovo_pat_surop | REAL | %w0.2.5 | | | | |
| ● temperatyra_syshul_shafa | REAL | %w0.2.6 | | | | |
| ● tusk_para | REAL | %w0.2.7 | | | | |
| ● vutrata_boroshna | REAL | %w0.2.8 | | | | |
| ● vologist_tista | REAL | %w0.2.9 | | | | |
| ● vologist_pich | REAL | %w0.2.10 | | | | |
| ● vaha_pryanukiv | REAL | %w0.2.11 | | | | |

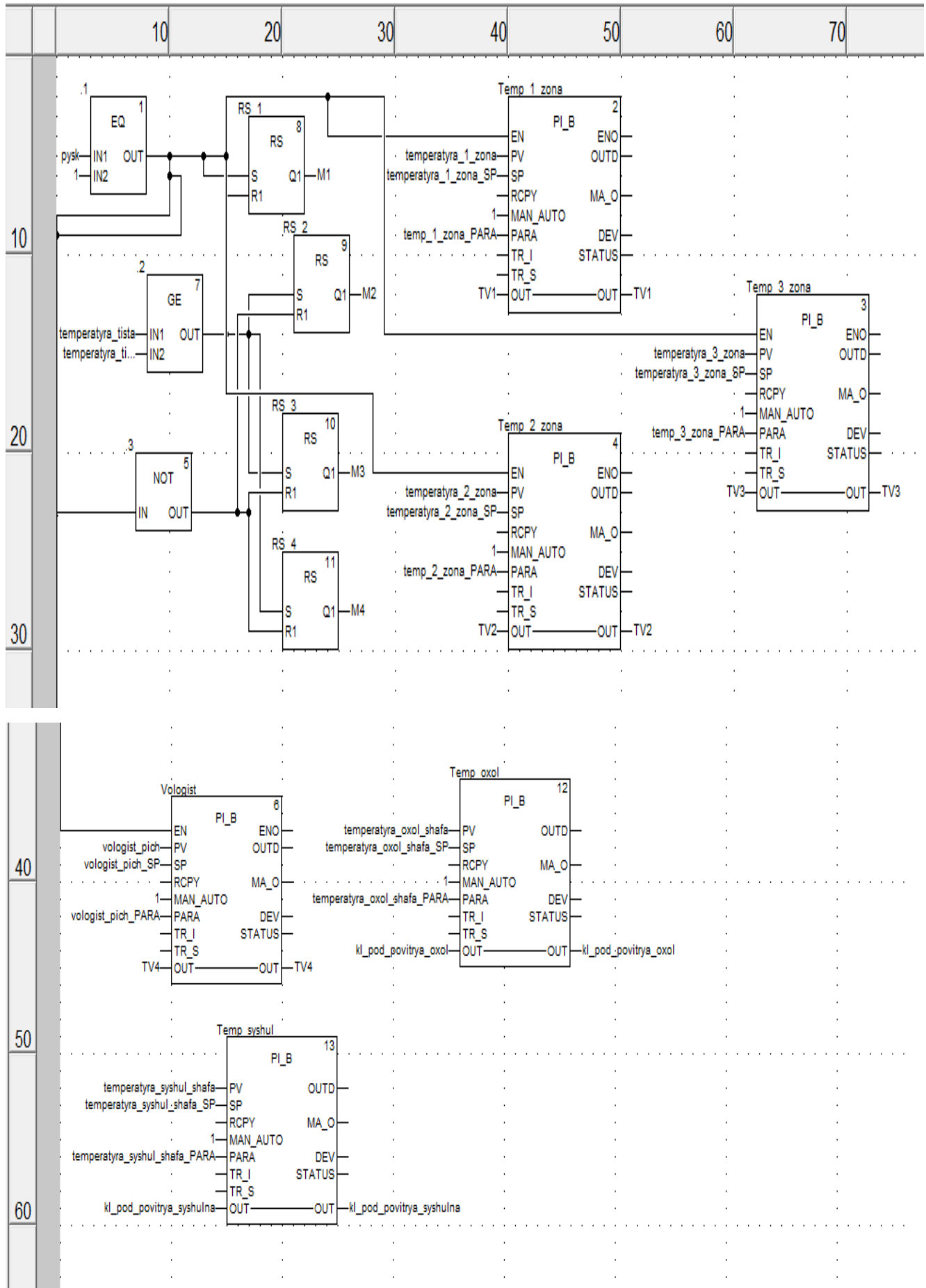
Таблиця 5.2. Аналогові виходи для TSX Premium

| | | | | |
|----------------------------|------|----------|--|--|
| ● kl_pod_povitrya_oxol | REAL | %qw0.3.0 | | |
| ● kl_pod_povitrya_syshulna | REAL | %qw0.3.1 | | |
| ● kl_pod_boroshna | REAL | %qw0.3.2 | | |

Таблиця 5.3. Дискретні виходи для TSX Premium

| | | | | |
|------|------|---------|--|--|
| ● M1 | BOOL | %q0.4.0 | | |
| ● M2 | BOOL | %q0.4.1 | | |
| ● M3 | BOOL | %q0.4.2 | | |
| ● M4 | BOOL | %q0.4.3 | | |
| ● M5 | BOOL | %q0.4.4 | | |
| ● M6 | BOOL | %q0.4.5 | | |
| ● M7 | BOOL | %q0.4.6 | | |
| ● M8 | BOOL | %q0.4.7 | | |

Фрагмент програмного забезпечення процесу приготування пряників:



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

Кваліфікаційна робота

Арк.

62

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

Vijeo Citect, частина програмного забезпечення Collaborative, також є компонентом PlantStruxure™, нової архітектури автоматизації процесів Schneider Electric і призначена для побудови систем планування.

Vijeo Citect - це надійна та гнучка система з високою продуктивністю, розроблена для використання в будь-якій галузі промислової автоматизації в системах управління та збору даних.

Потужні засоби візуалізації та функціональність дозволяють створити просту у використанні систему планування, що дозволяє операторам повністю контролювати процес і

оперативно реагувати на відхилення в ньому, що в підсумку підвищує їх ефективність. Прості у використанні інструменти конфігурації Vijeo Citect та потужна функціональність допоможуть швидко та легко розробити та розгорнути рішення для систем планування будь-якого розміру.

Потужні функції включають:

- Повна надмірність високонадійних рішень: відмова обладнання в критичних виробничих зонах може призвести до потенційно небезпечних ситуацій. Через повну надмірність Vijeo Citect, відмова обладнання в будь-якій частині вашої системи не призведе до втрати її функціональності та продуктивності.

- Потужна графіка та користувальницький інтерфейс: графічні можливості вашої системи SCADA є вирішальним фактором у визначенні її зручності використання. Vijeo Citect дозволяє розробити повнокольоровий, витриманий в одному стилі, простий у використанні та інтуїтивно зрозумілий графічний інтерфейс користувача.

- Аналіз процесів: Vijeo Citect Process Analysis - це інтуїтивно зрозумілий та зручний інструмент для візуалізації та аналізу даних, який є частиною системи

| | | | | | Кваліфікаційна робота | | | |
|-------------|------|----------------|--------|------|---|---------------|------|---------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Гомоляко І. Д. | | | Розробка системи автоматизації процесу виробництва печива | Літ. | Арк. | Акрушів |
| Перевір. | | Ельперін І.В. | | | | | 63 | 6 |
| Секр. Е.К. | | Проскурка Є.С. | | | | НУХТ АК-4-Зск | | |
| Зав.кафедри | | Ельперін І.В. | | | | | | |
| | | | | | | | | |

SCADA. Аналіз процесів дозволяє побачити всю історію на підприємстві та надати важливу інформацію операторам, допомагаючи підвищити їх ефективність та продуктивність.

- Простота конфігурації: що б ви не налаштували, будь то розподілена система для процесу очищення води або централізована система для процесу транспортування руди, гнучкість та великий набір інструментів Vijeo Citect прискорюють процес конфігурації системи управління, значно скорочуючи час розробки та витрати та мінімізація проектних ризиків.

Vijeo Citect призначений для забезпечення промислових підприємств усіх розмірів гнучким управлінням розробкою, впровадженням, технічним обслуговуванням,

підтримка та розробка систем управління процесами. Інженерні рішення, вбудовані у Vijeo Citect, забезпечують багаторівневу надмірність, що забезпечує надійність та безперебійну роботу вашої системи.

Для того, щоб створити проект цією мовою, вам потрібно налаштувати ORS і перевірити з'єднання з контролером. Також налаштовано засоби OFS Configuration, де ми вказуємо тип пристрою SNAIDER та адресу UNTLW01: 0.254.0./Г. Далі, створюючи проект, внесіть деякі коригування за допомогою Майстра інструментів / налаштування комп'ютера, де ви вкажете ім'я сервера, драйвер, тип пристрою, протокол ORS, у полі адреси пропишіть Schneider.Aut-OFS. Далі в редакторі проекту перевірте, чи всі наші пристрої з'явилися у відповідних вікнах.

Оскільки цей проект був створений у демо-версії, ця конфігурація не проводилась, використовувались ресурси та звернення, які реєструвались автоматично та за замовчуванням. [14]

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 64 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

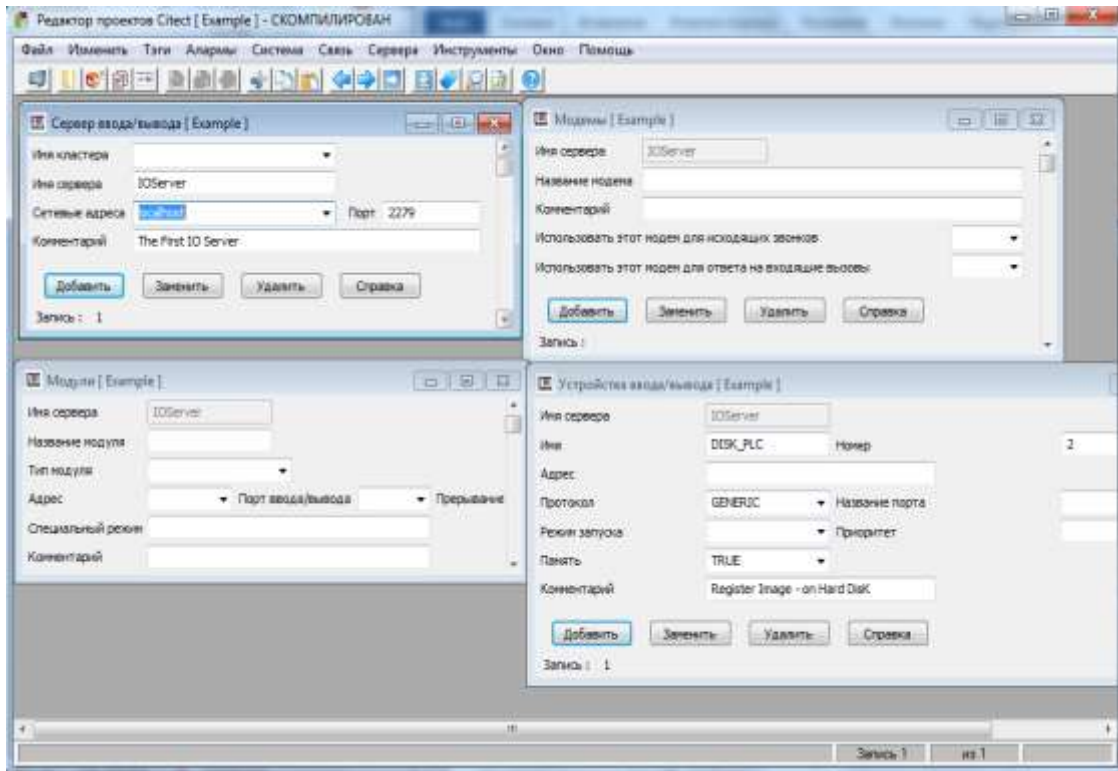


Рис.6.1. Налаштування конфігурації проекту.

Для повного відображення всього технологічного процесу виробництва пряників було створено два вікна: на першому - власне відображення процесу виробництва пряників (рис. 3.3.), На другому - тенденції в технологічних параметрах (рис. 3.4.). Також у першому вікні відображаються повідомлення про стан технологічного процесу.

Для коректної роботи SCADA - програм створюються зміни технологічного процесу.

Основний екран процесу виробництва пряників виглядає так:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 65 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

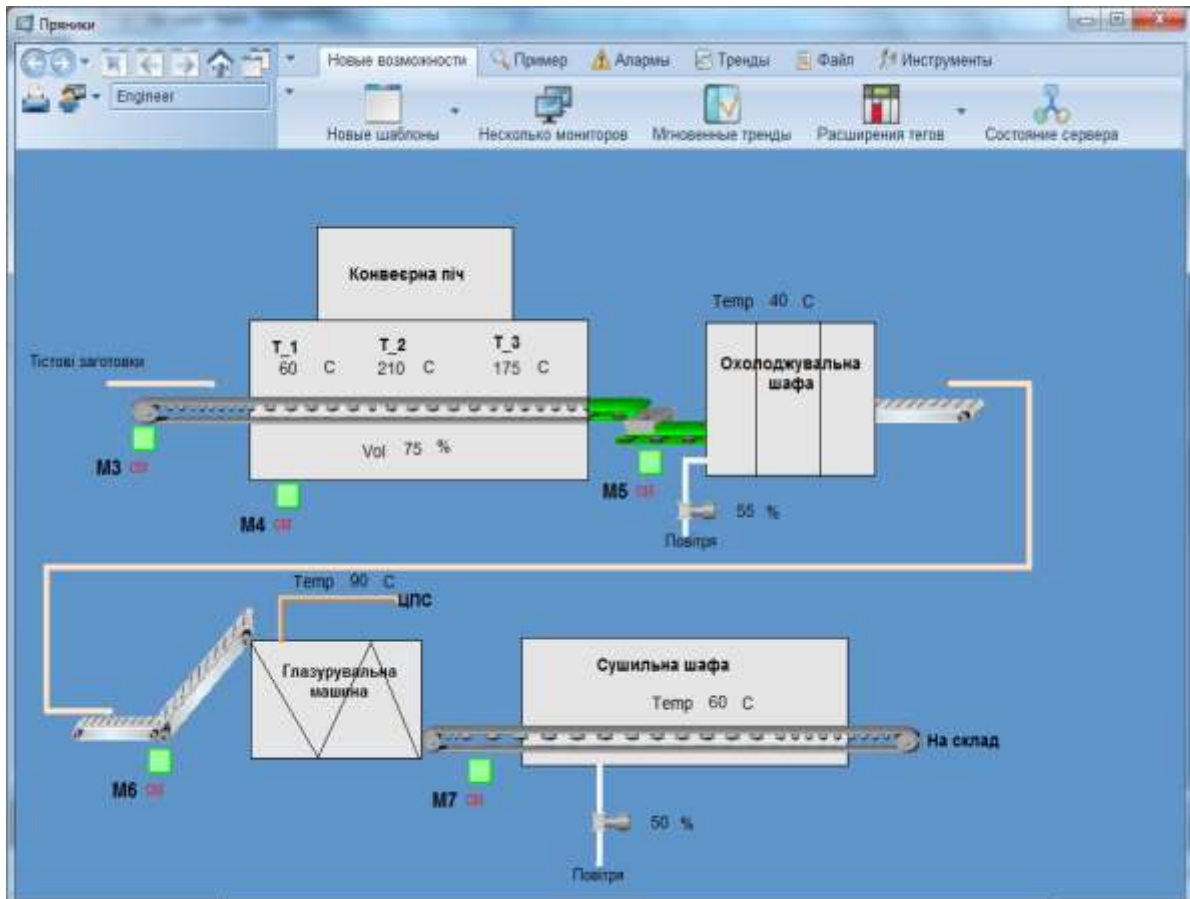


Рис.6.2. Мнемосхема технологічного процесу виробництва пряників.

Для створення тегів називається форма для перегляду та редагування: Теги / Теги змінних.

Форма редагування дискретного сигналу тривоги називається - в Редакторі проект - виберіть пункт меню Сигнали / Дискретні сигнали.

- у полі Тег сигналізації - нова назва конкретного сигналу,
- у полі Змінна мітка А вибирається зі списку назва дискретного тегу, значення «1», яке буде джерелом тривоги, для підвищення інформативності повідомлення оператору можна заповнити поля Назва сигналізації, опис сигналізації, коментар. Інші поля залиште порожніми.

Викликається форма редагування дискретного сигналу - у Редакторі проекту - вибрано пункт меню Сигнали / Аналогові сигнали.

Створюється сервер сигналізації, у меню Сервер / Сервери тривоги викликається форма, і вказується ім'я нового сервера, натискається кнопка Додати, сервер буде виконаний в одному кластері з Сервером вводу-виводу.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| | | | | | | 66 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Новий тег тенденції створюється на основі тегу певної змінної в меню Теги / Теги тенденцій.

У меню Сервери / Сервери тенденцій викликається форма та вказується ім'я нового сервера. Натисніть кнопку Додати. Сервер працюватиме в одному кластері з сервером вводу-виводу та сервером тривоги. У графічному редакторі нова сторінка створюється на шаблоні singlera і зберігається під назвою ProcessAnalist.

Можна перейменувати криві, встановлювати осі тенденцій та колір лінії.

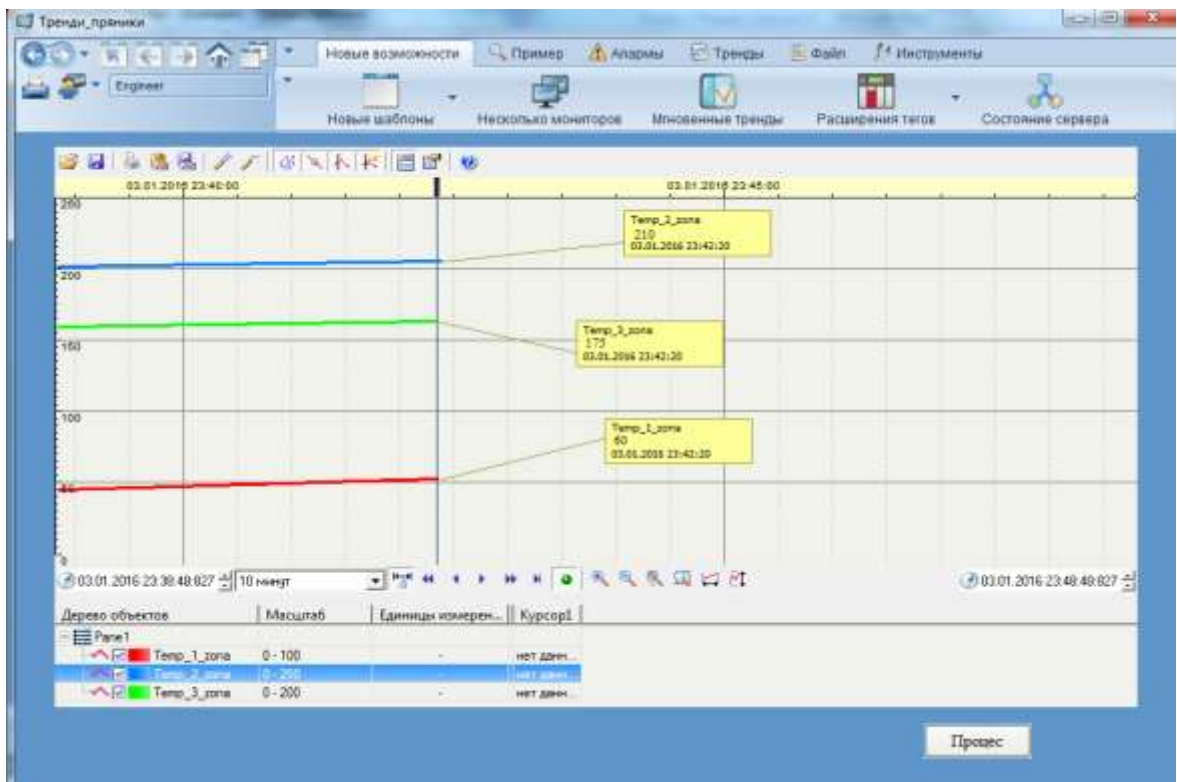


Рис.6.3. Тренди реального часу зміни температури по зонам в пічі.

The screenshot shows a software window titled "Активные алармы" (Active Alarms). The interface includes a menu bar with options like "Новые возможности", "Пример", "Алармы", "Тренды", "Файл", and "Инструменты". Below the menu, there are tabs for "Активные алармы", "Сводка алармов", "Заблокированные алармы", "Аппаратные алармы", and "Имитация алармов". The main area displays a table of active alarms with the following data:

| Дата | Время | Тег | Имя | Состояние | User Comment |
|-------------|----------|----------|--------------------|-----------|--------------|
| 03.01.2016. | 23:23:15 | Temp | Температура | LOW | |
| 03.01.2016. | 23:24:07 | ALARM_9 | Мотор 5 Перегрев | OFF | |
| 03.01.2016. | 23:24:07 | ALARM_8 | Мотор 4 Мало масла | OFF | |
| 03.01.2016. | 23:24:07 | ALARM_10 | Мотор 3 Мало масла | OFF | |
| 03.01.2016. | 23:24:07 | ALARM_7 | Мотор 4 Перегрев | OFF | |
| 03.01.2016. | 23:24:07 | ALARM_6 | Мотор 3 Мало масла | OFF | |
| 03.01.2016. | 23:24:07 | ALARM_5 | Мотор 3 Перегрев | OFF | |
| 03.01.2016. | 23:24:07 | ALARM_4 | Мотор 2 Мало масла | OFF | |
| 03.01.2016. | 23:24:07 | ALARM_3 | Мотор 2 Перегрев | OFF | |
| 03.01.2016. | 19:25:45 | ALARM_2 | Мотор 1 Мало масла | OFF | |

Рис.6.4. Экран тревог та алармів.

Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання.

Класифікація систем автоматичного управління.

Системи автоматичного управління (САУ) призначені для передачі дії управління від оператора на об'єкт. Ці системи використовують привід VP для встановлення необхідного режиму, який безпосередньо впливає на нього у відповідь на сигнал управління.

У відкритому SAC індикатор (I) вимірювального пристрою повідомляє оператора (OP) лише про тривожну дію на об'єкт.

Закрита система рис. 7.1.б. у схемі зворотного зв'язку використовується автоматична система вимірювання, що визначає реакцію об'єкта на збурення, про що інформує оператор. У звичайних умовах оператор (OP) відповідно до завдання за допомогою виконавчого механізму (VP) приводить СТРУМ до заданого стану. Стан об'єкта визначається датчиком (D) і за допомогою вимірювальної схеми (BC), а показник (I) передається оператору для порівняння із заданим значенням. [15]

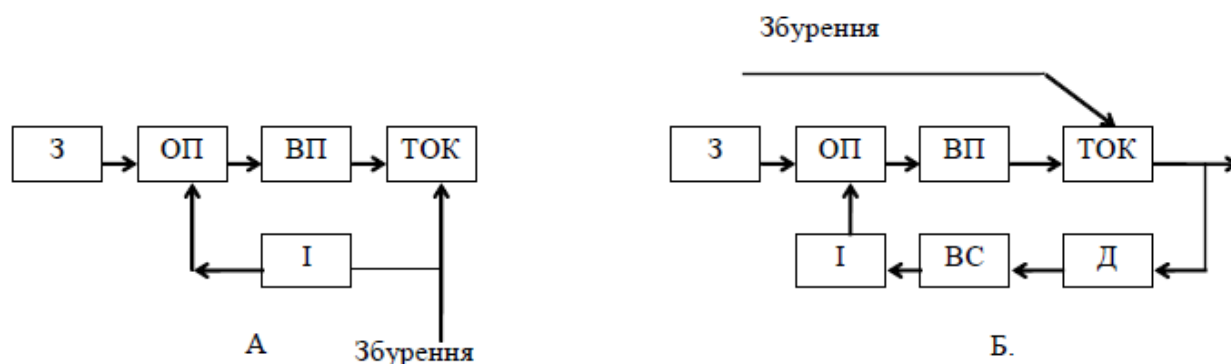


Рис. 7.1. Системи автоматичного керування:

а-розімкнута, б-замкнута. З - задавач; ОП - оператор;

| | | | | | Кваліфікаційна робота | | | |
|-------------|------|----------------|--------|------|---|---------------|------|---------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Гомоляко І. Д. | | | Розробка системи автоматизації процесу виробництва печива | Літ. | Арк. | Акрушів |
| Перевір. | | Ельперін І.В. | | | | | 69 | 13 |
| Секр. | Е.К. | Проскурка Є.С. | | | | НУХТ АК-4-Зск | | |
| Зав.кафедри | | Ельперін І.В. | | | | | | |

САР призначені для автоматичного підтримання параметра, що підлягає регулюванню на заданому рівні, або для його зміни відповідно до обраного законодавства.

Відповідно до принципу регулювання АСР поділяються на ті, що діють на девіацію, збурення та комбінований принцип.

В АСР, які працюють над відхиленням регульованого значення від заданого значення U , збурення Z викликає відхилення поточного значення регульованого значення Y від встановленого значення U , а у випадку невідповідності автоматичного регулятора (АР)) подається на об'єкт регулювання (ТОК) і усуває цю невідповідність на рис.7.2. Системи контролю відхилень закриті

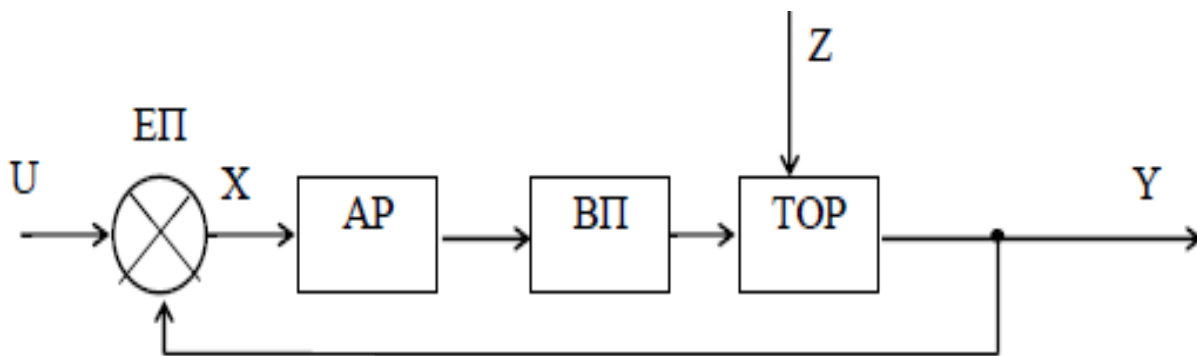


Рис. 7.2. Структурна схема автоматичної системи регулювання за відхиленням

ТОК - технологічний об'єкт керування, ЕП - елемент порівняння, АР- автоматичний регулятор, ВП- виконавчий пристрій.

При регулюванні збурення регулятор АР отримує інформацію про поточне значення основного збурювального коефіцієнта Z . Якщо воно не відповідає номінальному значенню U , регулятор формує регулюючу дію X , яка спрямована на об'єкт з рис.7.3.

У системах, що працюють із збуренням, сигнал управління проходить швидше, ніж у системах, побудованих за принципом відхилення, внаслідок чого тривожний ефект може бути усунутий до розбіжностей.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| | | | | | | 70 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

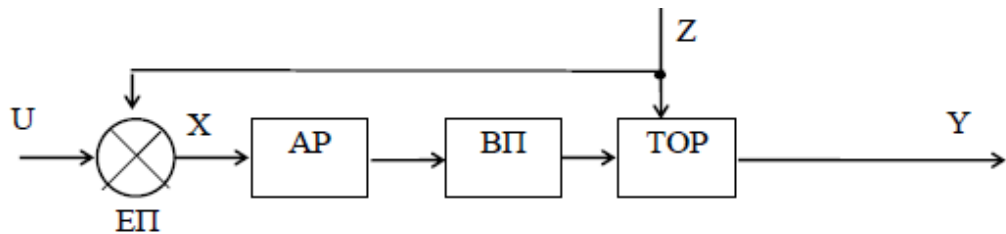


Рис. 7.3. Структурна схема автоматичної системи регулювання за збуренням

ТОК - технологічний об'єкт керування, ЕП - елемент порівняння, АР- автоматичний регулятор, ВП- виконавчий пристрій.

Комбінований принцип регулювання - це одночасне використання як принципу відхилення, так і принципу збурення. В них вплив основного збурення Z_1 нейтралізується регулятором $АР_3$, який працює за принципом збурення, та впливом інших збурень Z_2 -регулятором $АР$, який реагує на відхилення поточного значення регульованого значення Y від заданого значення U (рис. 7.4.)

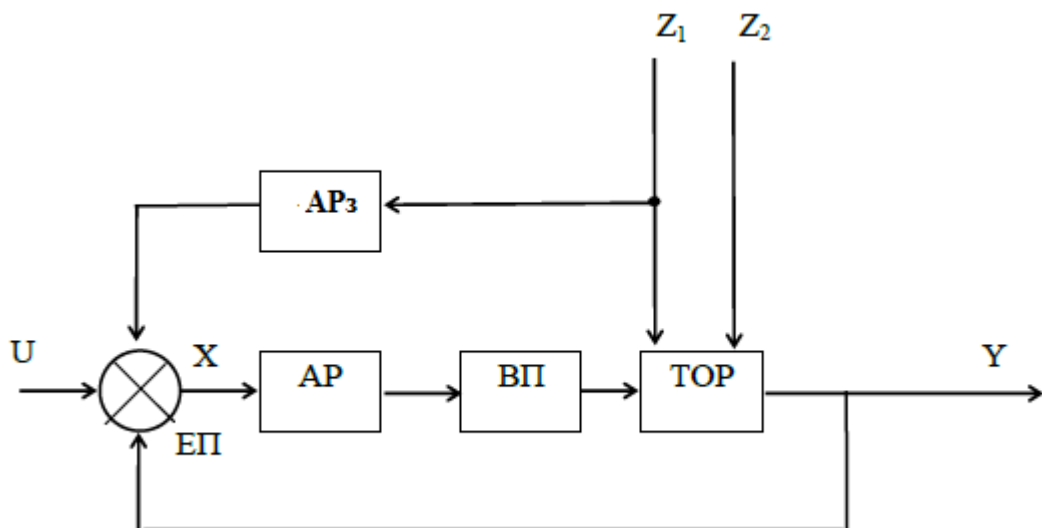


Рис.7.4. Структурна схема комбінованої автоматичної системи регулювання

ТОК- технологічний об'єкт керування, ЕП- елемент порівняння, АР- автоматичний регулятор, ВП- виконавчий пристрій.

За призначенням системи управління поділяються на системи стабілізації АСР, програми управління та системи відстеження.

Системи автоматичної стабілізації призначені для підтримання регульованого значення на заданому рівні ($U = \text{const}$).

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| | | | | | | 71 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

У системах відстеження встановлене значення керованої змінної раніше невідоме і є функцією зовнішньої незалежної величини ($U = f(U)$). Ці АКП використовуються для контролю однієї технологічної величини, яка знаходиться в певній залежності від величини другої технологічної величини.

Функціональна схема ASPR показана на рис. 3.10. Він містить програмний установник (програмне забезпечення), сигнал від якого подається на елемент порівняння (EP), який формує різницю між запущеним та заданим значенням регульованого значення Y , вимірюваного датчиком (D). Вихідний сигнал EP подається на вхід пристрою управління (RP), який формує (P-, PI, PID) сигнали управління виконавчим механізмом (VM). Останній через регулюючий орган (RO) діє на енергію або матеріальний потік X_2 на вході об'єкта технологічного управління (CUR), підтримуючи регульоване значення в межах заданого значення.

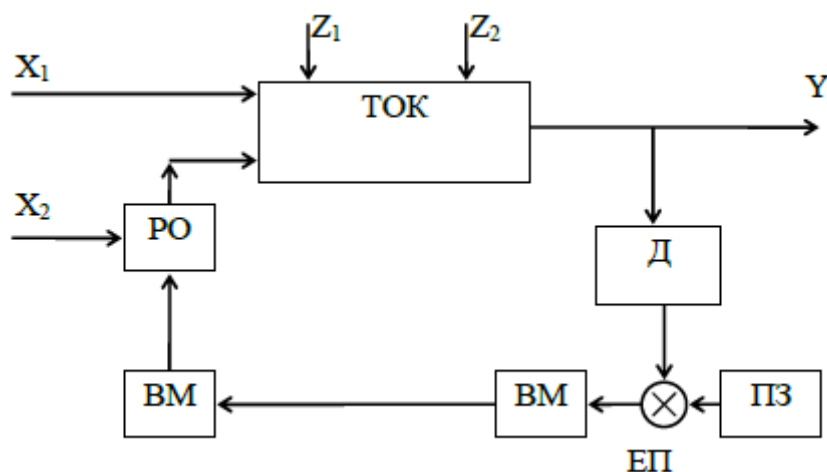


Рис.7.5. Функціональна схема програмного регулювання
Закони керування та автоматичні регулятори.

В автоматичних системах завжди формуються контрольні дії, спрямовані на забезпечення бажаного режиму роботи об'єкта з урахуванням існуючих порушень та характеристик об'єкта та навколишнього середовища. Пристрій управління, а в автоматичних системах управління - автоматичний контролер постійно перетворює отриману інформацію в керуючий сигнал, який, як правило, залежить від відхилення ΔX , збурення Z , а також від інтегральних показників та похідної регульованої координати. Цю залежність називають

законом регулювання (управління). Теорія автоматичного управління використовує два підходи до вибору та застосування автоматичних контролерів:

- визначення необхідного закону управління, виходячи з властивостей об'єкта та вимог до якості системи. У цьому випадку закон управління - це математична залежність, яка може бути будь-якої форми будь-якої складності. У технічній літературі процедура отримання необхідного закону контролю називається аналітичною конструкцією регуляторів;

- застосування стандартних законів управління, тоді для конкретного випадку вибирається один із них та підбір параметрів (налаштувань) для конкретних умов, тобто параметричного синтезу автоматичних регуляторів.

При реалізації законів контролю технічних засобів автоматичні регулятори можуть бути безперервними (аналоговими) та дискретними. У безперервних вхідних і вихідних сигналах регуляторів є безперервні функції часу, в дискретних, які включають ретрансляційні (позиційні), імпульсні та цифрові, вихідний сигнал має різку форму або являє собою послідовність імпульсів.

До **типових** неперервних законів керування відносяться :

- пропорційний (статичний) :

$$U_{рег} = K_{рег} \cdot \Delta X ,$$

де : $K_{рег}$ – коефіцієнт передачі регулятора, $\Delta X = X_{зд} - X(t)$;

- інтегральний (астатичний) :

$$U_{рег} = K_{рег}^{ин} \int_0^{t_n} \Delta X dt$$

- диференціальний :

$$U_{рег} = K_{\partial} \frac{d(\Delta X)}{dt}$$

- пропорційно-диференціальний :

$$U_{рег} = K_{рег} \cdot \Delta X + K_{\partial} \frac{d(\Delta X)}{dt}$$

- пропорційно-інтегральний :

$$U_{рег} = K_{рег} \Delta X + K_{рег}^{ин} \int_0^{t_n} \Delta X dt$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| | | | | | | 73 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- пропорційно-інтегрально-диференціальний :

$$U_{рег} = K_{рег} \Delta X + \frac{K_{рег}}{T_i} \int_0^{t_n} \Delta X dt + K_d \frac{d(\Delta X)}{dt}$$

де : K_d – коефіцієнт диференціювання, часом його замінюють добутком $K_d \cdot T_d$ (T_d – час диференціювання), T_i – час інтегрування (ізодрому).

У відповідності до наведених законів автоматичні регулятори називають : П-І-, Д-, ПД-, ІІ- та ІІД-регуляторами. Ці закони керування та відповідні їм автоматичні регулятори є певною мірою універсальними, тобто можуть застосовуватись на різних об'єктах, в різних системах. Універсальність їм надає можливість змінювання в певних межах постійних коефіцієнтів рівнянь, які називають параметрами настроювання (настройки). У відповідності з цими параметрами настройки є : $K_{рег}$, $K_{рег}^{ін}$, K_d , T_i . В сучасних технічних засобах, в тому числі в мікропроцесорних контролерах передбачається можливість використання найбільш універсального ІІД-регулятора, який може реалізувати і більш прості закони, наприклад при $T_i \rightarrow \infty$ і $K_d = 0$ ІІД-регулятор перетворюється в ІІ-регулятор.

Як відзначалось раніше, динамічні властивості автоматичної системи регулювання визначаються як характеристиками об'єкта, так і автоматичного регулятора. З рівнянь видно, що типові закони керування можна описати елементарними ланками (підсилювальною, інтегральною, диференціальною) та їх сполученням. При цьому необхідно враховувати, що наведені залежності відображають ідеалізовані закони регулювання. В задачах аналізу і синтезу використовуються передаточні функції автоматичних регуляторів, які відповідають рівнянням:

- пропорційний регулятор :

$$W_{рег}^{II} (p) = K_{рег}$$

- інтегральний регулятор :

$$W_{рег}^i (p) = \frac{K_{рег}^{ін}}{p}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| | | | | | | 74 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- диференціальний регулятор :

$$W_{рег}^D(p) = K_{\delta} \cdot p$$

- пропорційно-диференціальний регулятор :

$$W_{рег}^{ПД}(p) = K_{рег} + K_{\delta} \cdot p$$

- пропорційно- інтегральний регулятор :

$$W_{рег}^{ПІ}(p) = K_{рег} + \frac{K_{рег}}{T_i \cdot p}$$

- пропорційно-інтегрально-диференціальний регулятор :

$$W_{рег}^{ПІД}(p) = K_{рег} + \frac{K_{рег}}{T_i \cdot p} + K_{\delta} \cdot p .$$

Якість систем автоматичного управління в цілому визначається набором показників: надійність, вартість, відповідність світовому науково-технічному рівню, точність. У теорії та практиці автоматизації поняття "якість системи", "якість управління" зводиться насамперед до якості перехідних процесів щодо збурення та зміни завдання і забезпечують необхідну точність у стійкому стані. У попередньому розділі було зазначено, що стабільність системи необхідна, але не є достатньою умовою її ефективності, тому після перевірки та забезпечення стабільності системи розглядаються можливості гарантування якості процесів управління. У цьому випадку якість перехідних процесів необхідно враховувати стосовно збурень та змін у завданні. Якість перехідних процесів визначається властивостями як об'єкта, так і автоматичного регулятора, а показники або оцінки якості формуються на основі технологічних вимог до експлуатації об'єкта. Використовуйте прямі показники перехідного процесу та узагальнені показники.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 75 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

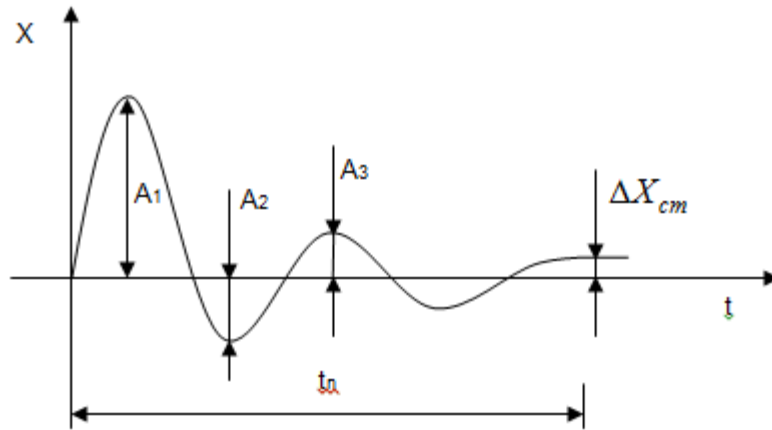


Рис.7.6. Графік перехідного процесу АСР відносно збурення

Прямі показники якості перехідного процесу визначають безпосередньо за його графіком (рис.7.6). До них відносяться:

- динамічна похибка A_1 , яка визначає найбільше відхилення регульованої координати від заданого значення, $A_1 \leq A_1^{don}$, тобто ця похибка не повинна перевищувати допустимої за технологічними вимогами;
- статична похибка $\Delta X_{cm} \leq \Delta X_{cm}^{don}$, яка виникає лише в статичних системах, наприклад з П-регулятором;
- час перехідного процесу, $t_n \leq t_n^{don}$, який визначається як інтервал часу, за який перехідний процес закінчується ($\Delta X_{cm} = const$ або $\Delta X_{cm} = 0$ відповідно для статичних та астатичних систем). В практичних розрахунках приймається як інтервал часу, коли $X \leq 0.05A_1$;
- перерегулювання

$$a = \frac{A_2}{A_1} \cdot 100\%,$$

який характеризує відхилення регульованої координати з різним знаком, що не допускається для деяких об'єктів. Для реальних систем $a = 20 \div 50\%$;

- оцінка коливальності (ступінь згасання)

$$\psi = \frac{A_1 - A_3}{A_1}.$$

Показник ψ може приймати різні значення: при $\psi = 1$ в системі

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| | | | | | | 76 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

відбувається аперіодичний процес, при $\psi = 0$ - незагасаючі коливання однакової амплітуди, $\psi < 0$ - розбіжний перехідний процес. Для реальних АСР значення ψ приймається в межах $0.75 \div 0.9$.

При існуючих властивостях об'єкта перехідні процеси залежать від типу автоматичного регулятора та значень параметрів настройок. Для можливості порівняння різних систем введемо поняття типового перехідного процесу:

- граничний аперіодичний (рис.3.12,а), який характеризується значним динамічним відхиленням (динамічною похибкою), але має мінімальний час регулювання. Підкреслимо ще раз, що є ряд об'єктів, які не допускають змінювання регульованої координати з різними знаками відносно заданого значення;

- коливальний з 20%- або 50%-вим перерегулюванням. Перший з них характеризується мінімальним часом першого напівперіода та дещо меншою динамічною похибкою, другий має мінімальне значення динамічної похибки та

найменшу оцінку у вигляді інтегралу $\int_0^{t_n} X^2 dt$, але при цьому зростає час перехідного процесу.

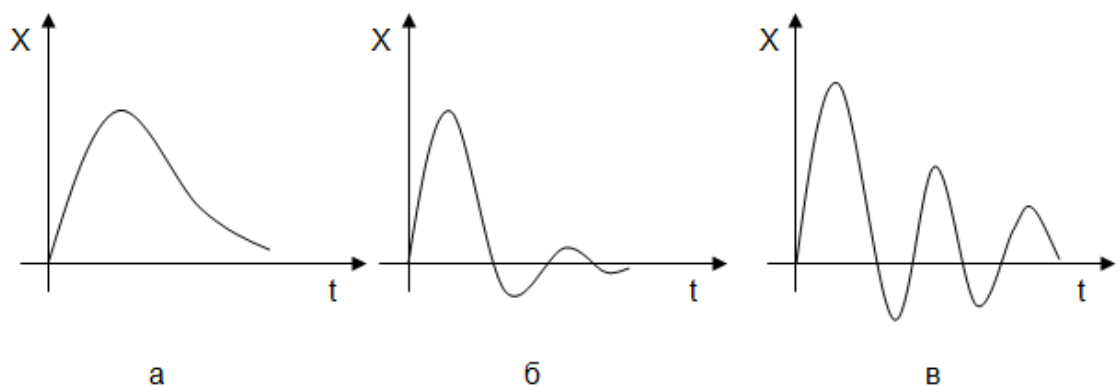


Рис.7.7. Типові перехідні процеси АСР.

Прямі показники перехідного процесу зв'язані між собою: зменшення A_1 приводить до збільшення коливальності та часу перехідного процесу.

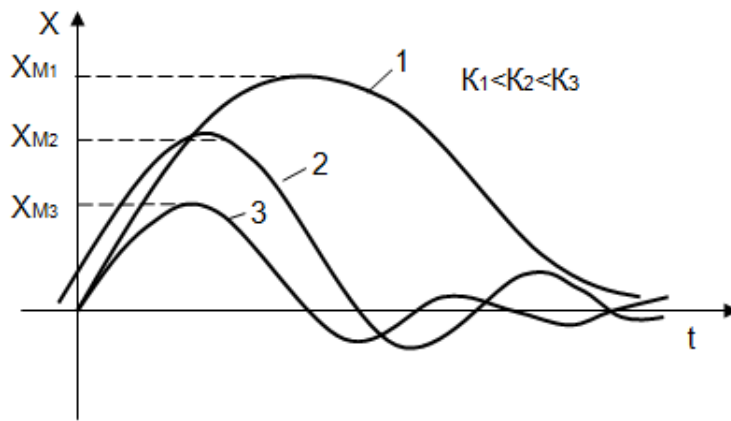


Рис.7.8. Вплив коефіцієнта передачі розімкненої системи на показники якості перехідного процесу.

На рис. 7.8. показані перехідні процеси при різних значеннях K , звідки видно, що при синтезі АСР завжди необхідно шукати компроміс між значеннями динамічної похибки, коливальності та тривалістю перехідного процесу.

Наведені прямі показники якості перехідних процесів зручно використовувати при експериментальних дослідженнях АСР та комп'ютерному моделюванні. На стадії синтезу АСР використовуються непрямі показники (критерії) якості, які дають можливість визначити, якою буде майбутня АСР за її характеристиками.

Об'єкт складається із трьох ланок і показаний на рис. 7.9.

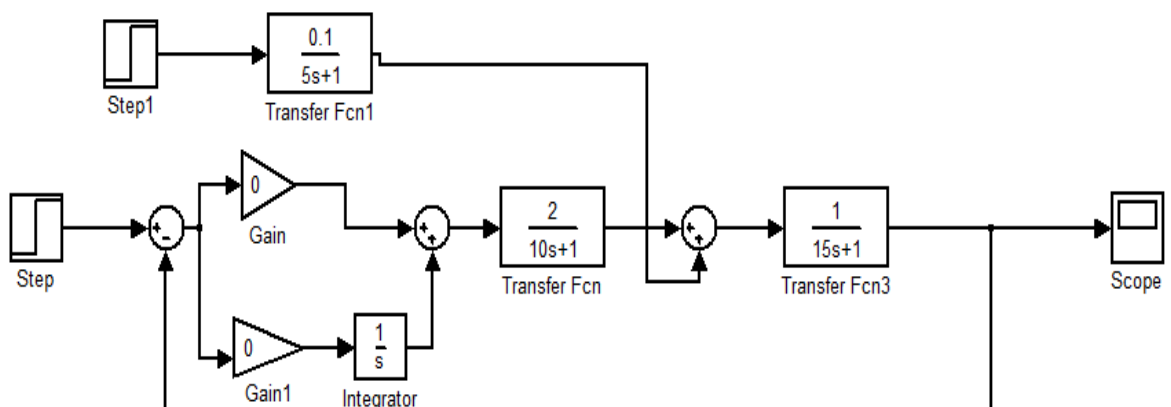


Рис. 7.9. Загальний вигляд структурної схеми об'єкта.

За двома каналами управління та збурення знімаються криві розгону, тобто на відповідний вхід подається стрибкоподібний сигнал величиною 10. За кривими розгону визначаються: час запізнення, час об'єкта та коефіцієнт

об'єкта. Відповідні криві розгону показані на рис. 7.10. та рис.7.11.

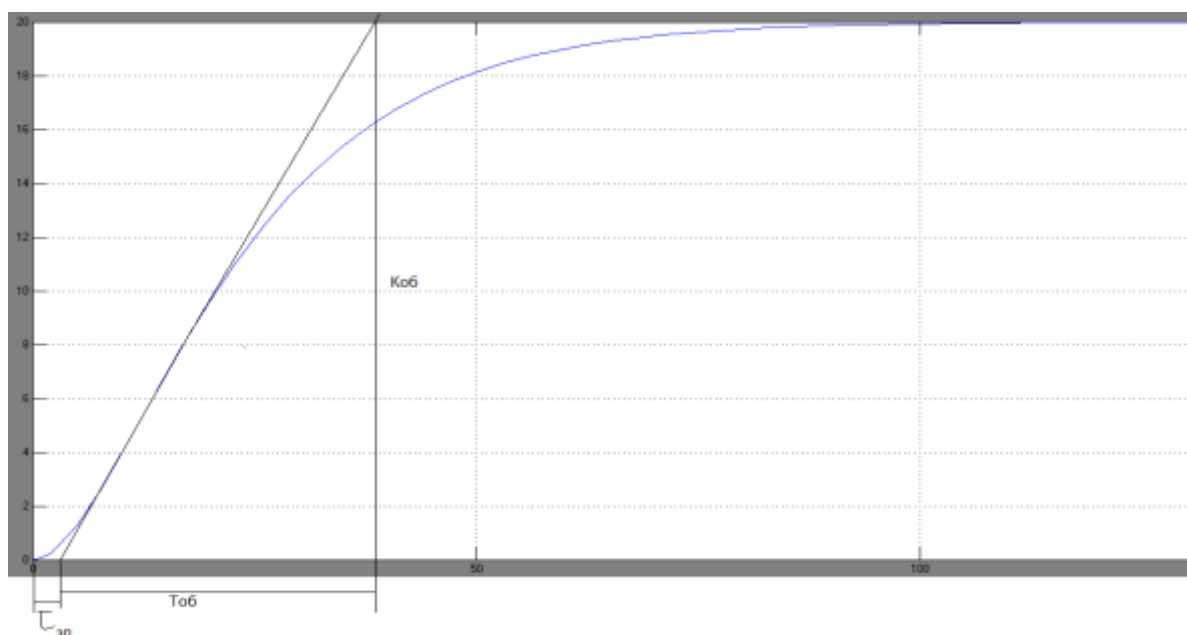


Рис. 7.10. Крива розгону за каналом управління.

За каналом управління: час запізнення $\tau_{зп} = 3$ с.; стала часу об'єкта $T_{об} = 35$ с.; коефіцієнт об'єкта $K_{об} = 20/10 = 2$.

За каналом збурення: час запізнення $\tau_{зп} = 1,5$ с.; стала часу об'єкта $T_{об} = 29$ с.; коефіцієнт об'єкта $K_{об} = 1/10 = 0,1$.

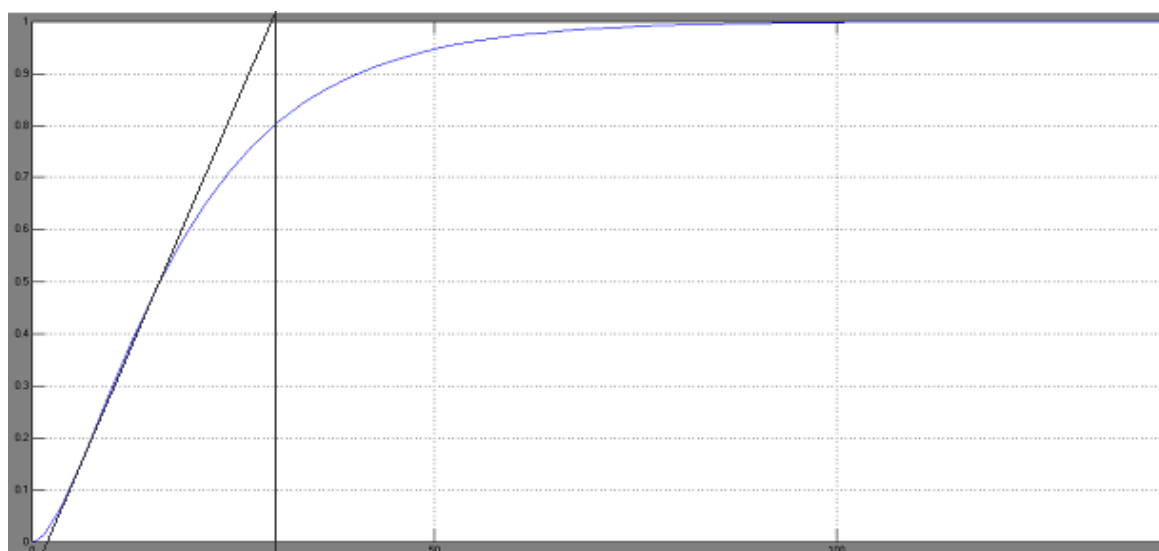


Рис.7.11. Крива розгону за каналом збурення.

Даний об'єкт досліджувався з використанням П- та ПІ-регуляторів, тому структурна схема була доповнена ПІ-регулятором.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 79 |

Для дослідження САР з П-регулятором по каналу управління подавали $U=0$, а за каналом збурення $Z=10$. Перехідний процес показано на рис. 7.12. З рис. 3.18. було визначено:

1. Степінь згасання $\psi = \frac{A1 - A3}{A1} = \frac{0,0719 - 0,0097}{0,0719} = 0,8651$
2. Тривалість перехідного процесу: $t_{peg} = 80$ с.
3. Статичну похибку: $\Delta X_{cm} = 0,0769$
4. Коефіцієнт пропорційності: $K_p = 6$

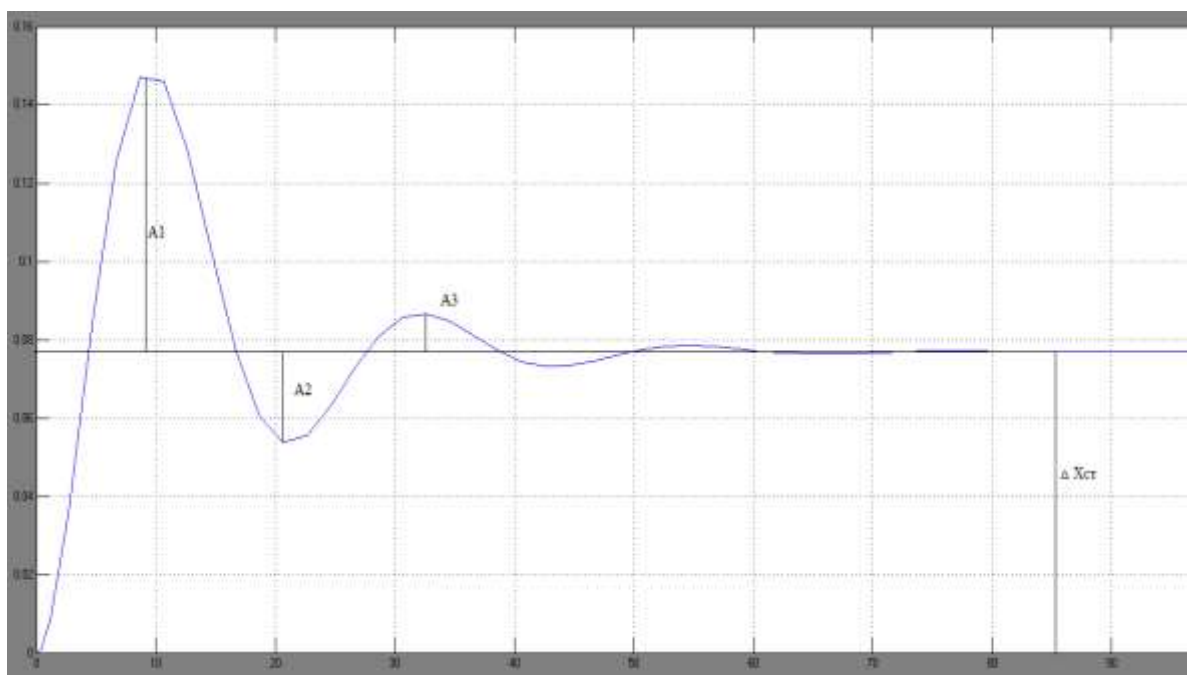


Рис.7.12. Перехідний процес з П-регулятором.

Для дослідження САР з ПІ-регулятором по каналу управління подавали $U=0$, а за каналом збурення $Z=10$. Перехідний процес показано на рис. 7.13.

З рис. 7.13. було визначено:

1. Степінь згасання $\psi = \frac{A1 - A3}{A1} = \frac{0,35 - 0,0625}{0,35} = 0,8214$
2. Тривалість перехідного процесу: $t_{peg} = 275$ с.
3. Статичну похибку: $\Delta X_{cm} = 0$
4. Коефіцієнт пропорційності: $K_p = 0,9$
5. Коефіцієнт інтегрування: $K_i = 0,1$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 80 |

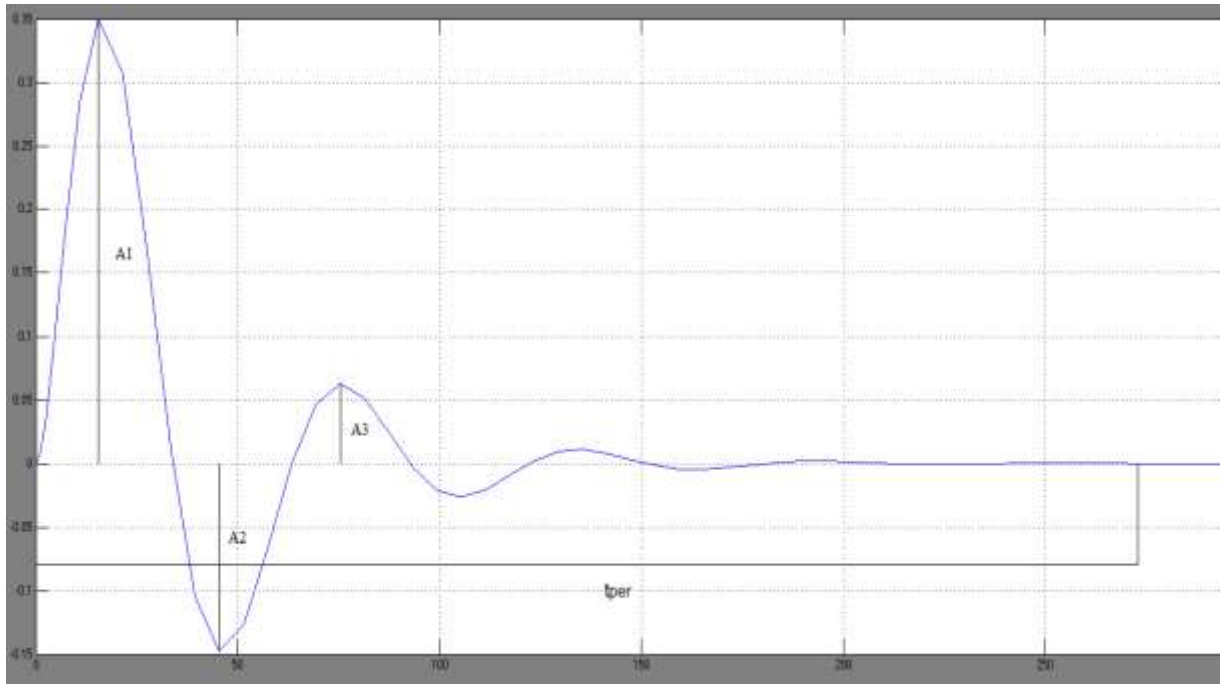


Рис.7.13. Перехідний процес з ПІ-регулятором.

Отже, можна зробити висновки на основі перехідних процесів з П- та ПІ-регуляторами, що у П- регулятора тривалість перехідного процесу менша ніж у ПІ-регулятора, але присутня статична похибка, що впливає на якість регулювання. У ПІ-регулятора, за рахунок введення І-складової статична похибка відсутня, що покращує процес регулювання, але час перехідного процесу збільшився. Тобто можна зробити висновки, що використання ПІ-регулятора забезпечує ту якість регулювання, яка відповідає заданим параметрам.

Висновки

В результаті впровадження автоматизованої системи управління процесом виробництва пряників, надійність системи зросла, якість готової продукції значно покращилася, втрати в готовій продукції зменшилися завдяки контролю якості за основними показниками процесу, і втрати енергії зменшилися через зменшення часу випікання.

Запропонована система передбачає збільшення техніко-економічних показників, що суттєво впливає на стабільну роботу всього підприємства та прибуток.

Розроблена система автоматизації відповідає вимогам якості, надійності, сучасності та базується на використанні іноземних технологій. Завдяки використанню мікропроцесорного обладнання, обраного в дипломному проекті, була забезпечена висока точність регулювання та стабілізації роботи лінії, що значно підвищує рівень надійності проектуваної системи та забезпечує якісне регулювання виробничого процесу. Використання контролера TSX Premium, який є порівняно недорогим на ринку автоматизації, дозволяє автоматично керувати технологічним процесом - отримати систему управління, що забезпечує: контроль та реєстрацію регульованих значень, відображення процесу на мнемоніці, ручне управління виконавчих механізмів, підвищення якості кінцевого продукту, що досягається введенням точних налаштувань регуляторів.

Розроблено програмне забезпечення для управління процесами за допомогою програмного забезпечення Unity Pro від Schneider Electric. Це дає можливість використовувати для оперативного управління SCADA - програму, реалізовану за допомогою Vijeo Citect 7.0.

Як результат, можна отримати дані процесу як у реальному часі, так і з історичної бази даних. Відмінне програмне забезпечення дозволяє оператору відділення контролювати технологічний процес з місцевих станцій, швидко і без зусиль з одного пункту оператора, керувати роботою всього відділу, не витрачаючи час на управління з місцевих пунктів, і завжди мати оперативну та

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 82 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

надійну інформацію мнемонічні підсистеми кафедри в зручній для користувача формі.

У статті також вивчаються основні принципи регулювання, порівнюються перехідні процеси об'єкта управління з Р- та РІ-регуляторами.

Виконана якісна та кількісна заміна існуючих датчиків для вимірювання температури на основних етапах виробництва за допомогою вимірювального перетворювача температури Sitrans ТК-Н в комплекті з термометром опору Pt-100 (7МС1000-1ВА2) фірми Siemens.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 83 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

Список використаної літератури

1. Проектування систем автоматизації. Методичні рекомендації до виконання курсового проекту для студентів напряму 6.050202 денної та заочної форм навчання [Текст]/ Уклад. В.М. Сідлецький, В.Г. Трегуб. – К.: НУХТ, 2013 (регістраційний номер 100.19-02.07.2013).
2. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навч. посібник [Текст]/ В.Г. Трегуб. – К. Видавництво: Ліра-К, 2015.
3. Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП. Книга 1 [Текст]/ А.Л. Нестеров. –СПб.: Издательство ДЕАН. – 2006. – 844 с.
4. Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП. Книга 2 [Текст]/ А.Л. Нестеров. –СПб.: Издательство ДЕАН. –2009. – 944 с.
5. Ельперін І.В. Промислові контролери: Навчальний посібник [Текст]/ І.В. Ельперін. – К.: НУХТ. – 2003. – 320 с.
6. Ладанюк А.П. Автоматизація технологічних процесів та виробництв харчової промисловості: Підручник [Текст]/ Ладанюк А.П, Трегуб В.Г., Ельперін І. В., Цюцюра В.Д. – К.: Аграрна освіта. – 2001. – 224 с.
7. Дробот.В. І. Технологія хлібопекарського виробництва : підруч. для студ. вищ. навч. закл. / В. І. Дробот. – К. : Логос, 2002. – 365 с.
8. Виробництво печива. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/ophv/wp-content/uploads/sites/13/tema--8.-tehnolohichne-obladnannja-dlja-vyrobnyctva-boroshnjanyh-kondyterskyh-vyrobiv.pdf> [1];
9. Технологічна схема хлібопекарської печі марки «Gostal». URL: <https://uk.baker-group.net/confectionery-formulations-technology-raw-materials-and-ingredients/production-of-flour-confectionery-products/production-of-biscuits.html> [2];
10. Sitrans ТК-Н. URL: <https://www.pkimpex.ru/opisanie/preobrazovatel-temperatury-sitrans-tk-tk-h> [3];
11. ЕПП-1324. URL: http://pp66.ru/katalog/pribori2/17davleniya/preobrazovатели_vakuummetricheskogo_i_izbytochnogo/ep_preobra/ep-1324_-_preobrazovatel_elektropnevmaticheskij_i/ [4];

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 84 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

12. МИМ-3077. URL: <https://metall-partner.prom.ua/p321787215-klapan-reguliruyuschij-stalnoj.html> [5];
13. TPM 200. URL: <https://owen.ua/ru/izmeriteli-regulyatory/izmeritel-dvuhkanalnyj-s-rs-485-oven-trm200> [6];
14. TXA1-23-K. URL: <https://svaltera-nikolaev.uaprom.net/p1099529687-datchik-temperatury-vysokotemperaturnyj.html> [7];
15. Sitrans P серия MS. URL: [https://www.siemens-pro.ru/docs/kip/Pressure/Sitrans MPS/Rukovodstvo_pogruzhnoiy_zond_Sitrans P MPS.pdf](https://www.siemens-pro.ru/docs/kip/Pressure/Sitrans MPS/Rukovodstvo_pogruzhnoiy_zond_Sitrans_P_MPS.pdf) [8];
16. Норма TC. URL: <https://mechanotron.com/?p=72> [9];
17. МПР51-Щ4. URL: <https://owen.ua/ru/izmeriteli-regulyatory/reguljator-temperatury-i-vlazhnosti-po-vremeni-oven-mpr51> [10];
18. ПМЕ 111 -11. URL: https://www.avtomats.com.ua/2024-starter_pme_111_10a.html [11];
19. TSX Premium. URL: [http://eleng.com.ua/p/avtomatizacziya/schneider-electric/plk-pk/programmiruemyie-logicheskie-kontrolleryi-\(plk\)/programmiruemyij-logicheskij-kontroller-serii-premium.html](http://eleng.com.ua/p/avtomatizacziya/schneider-electric/plk-pk/programmiruemyie-logicheskie-kontrolleryi-(plk)/programmiruemyij-logicheskij-kontroller-serii-premium.html) [12];
20. Unity Pro. URL: <https://www.se.com/ua/ru/product-range/548-unity-pro-%28ecostruxure%E2%84%A2-control-expert%29> [13];
21. Vijeo Citect. URL: <https://www.se.com/ua/ru/product-range-download/1500-vijeo-citect> [14];
22. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 151 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології” денної та заочної форм навчання : уклад. І.В. Ельперін, В.М. Сідлецький, Н.М. Луцька, Є.С. Проскурка. – НУХТ, 2020. – 73 с. [15].

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 85 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |