

Національний університет харчових технологій

Факультет *Автоматизації і комп'ютерних систем*

Кафедра *Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління*

Освітній ступінь *«Бакалавр»*

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

_____ Я.В.Смітюх

«31» березня 2022 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Оксютенко Поліні Віталіївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Розробка системи автоматизації електричної тунельної печі*

керівник роботи *ст. викл. Проскурка Євген Сергійович*

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «31» березня 2022 р. № 163-кс

2. Строк подання здобувачем роботи « 8 » червня 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи

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

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

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

5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК). 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога. 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI. 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.

5. Перелік графічного матеріалу

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

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 31 березня 2022 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	4 тиждень	
7	Підготовка матеріалів до захисту	5 тиждень	
8	Захист кваліфікаційної роботи	6 тиждень	

Здобувач Оксютенко П.В.

_____ (підпис)

Керівник роботи Проскурка Є.С.

_____ (підпис)

Анотація

В кваліфікаційній роботі приводиться опис розробка системи автоматизації електричної тунельної печі.

Система автоматизації електричної тунельної печі розроблялася з використанням промислового логічного контролера від виробника Schneider Electric.

Детально розглянуто принци монтажу технічного засобу автоматизації – датчик вологості Galltec+mela серії В.

З використанням програмного забезпечення (Vijeо Citect 7.20) розроблена дисплейна мнемосхема для автоматизованого робочого місця оператора.

Ключові слова: хліб, автоматизація, М340, Galltec+mela серії В.

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

Annotation

In the qualification work the description of development of system of automation of the electric tunnel furnace is resulted.

The automation system of the electric tunnel kiln was developed using an industrial logic controller from the manufacturer Schneider Electric.

The principles of installation of technical means of automation - humidity sensor Galltec + mela series B are considered in detail.

Using software (Vijeo Citect 7.20), a display mnemonic was developed for the operator's automated workstation.

Keywords: bread, automation, M340, Galltec + mela series B.

					<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. ОПИС ОБ’ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ	8
1.1. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ОПИС ОБ’ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ.	8
1.2. РОЗРОБКА ЗАВДАННЯ НА СИСТЕМУ АВТОМАТИЗАЦІЇ.	14
РОЗДІЛ 2. СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ	15
2.1. ОБґРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ, ВИКОНАВЧИХ МЕХАНІЗМІВ (ВМ) ТА РЕГУЛЮЮЧИХ ОРГАНІВ (РО).....	15
2.2. СХЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	30
2.3. СПЕЦИФІКАЦІЯ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	31
РОЗДІЛ 3. ПРОЄКТНЕ КОМПОНУВАННЯ ПРОМИСЛОВОГО ЛОГІЧНОГО КОНТРОЛERA (ПЛК) ТА СХЕМИ ПІДКЛЮЧЕННЯ	33
3.1. ПРОЄКТНЕ КОМПОНУВАННЯ ПРОМИСЛОВОГО ЛОГІЧНОГО КОНТРОЛERA (ПЛК)	33
3.2. ЗАГАЛЬНА СХЕМА ПІДКЛЮЧЕННЯ ДАТЧИКІВ ТА ВМ ДО ПЛК.....	34
3.3. РОЗШИРЕНІ СХЕМИ ПІДКЛЮЧЕННЯ ДЛЯ ОКРЕМОГО КОНТУРУ	35
КОНТУР РЕГУЛЮВАННЯ ОБЕРТІВ В ПЕЧІ	35
РОЗДІЛ 4. КРЕСЛЕННЯ ВСТАНОВЛЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ	38
РОЗДІЛ 5. ОПИС СПЕЦІАЛЬНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПРОМИСЛОВОГО ЛОГІЧНОГО КОНТРОЛERA (АЛГОРИТМ ТА ПРОГРАМА ДЛЯ ПЛК)	41
РОЗДІЛ 6. РОЗРОБКА ЛЮДИНО-МАШИННОГО ІНТЕРФЕЙСУ ОПЕРАТОРА ТЕХНОЛОГА	44
6.1. ПЕРЕЛІКИ ВХІДНИХ ТА ВИХІДНИХ СИГНАЛІВ ТА ДАНИХ SCADA/HMI.....	44
6.2. ВІДЕОКАДРИ ДИСПЛЕЙНИХ МНEMOCHEM ОПЕРАТОРА	45
ВИСНОВКИ	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	47

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

Вступ

Споконвіку випікання хліба вимагало від пекаря особливої майстерності, терплячості та старання. Незважаючи на бурхливий розвиток передових прийомів переробки, виробництво хліба високої якості і є досить трудомістким заняттям. Виробництво хліба та хлібобулочних виробів передбачає використання класичного сировинного матеріалу – борошна, води та дріжджової закваски.

Метою даної кваліфікаційної роботи – розробка системи автоматизації електричної тунельної печі з використанням сучасних технічних засобів автоматизації.

Використання сучасних технічних засобів автоматизації дозволить зменшити витрати енергоресурсів для проходження технологічного процесу випікання, не зменшуючи якість отриманого кінцевого продукту.

В свою чергу зменшення витрати енергоресурсів дозволить збільшити прибутковість виробництва.

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

Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації.

1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.

Випікання хліба завжди було справою рук добрих, дбайливих, лагідних. Хліб – це продукт першої необхідності, він потрібний усім і завжди. Саме хліб ототожнював сімейний достаток та добробут. Процес випікання хліба споконвіку являв собою урочисту церемонію.

Сучасне хлібопекарське виробництво характеризується високим рівнем механізації та автоматизації технологічних процесів, впровадженням нових технологій та постійним розширенням асортименту хлібобулочних виробів, а також розвитком підприємств малої потужності різних форм власності. Для того, щоб правильно організувати виробництво та випускати конкурентоспроможну продукцію, необхідно враховувати сучасні тенденції в хлібопеченні, вчасно модернізувати виробництво, розширювати асортимент.

Технологія приготування тіста

Приготування тіста пов'язане з цілим рядом складних фізичних, біохімічних, мікробіологічних, колоїдних та інших процесів. Швидкість та характер перебігу їх залежать від різних факторів, у тому числі від якості основної та підсобної сировини, від співвідношення складових частин тіста, від інтенсивності та тривалості механічного впливу на тісто при його замісі, від тривалості та температури тістознавства тощо.

ТЕМПЕРАТУРА ОПАРИ І ТІСТА

Вплив температури тіста на його властивості, перебіг технологічного процесу приготування та якість хліба.

Температура - один з основних факторів, користуючись яким технолог може регулювати хід технологічного процесу приготування тіста.

					Кваліфікаційна робота		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Оксюенко П.В..			Розробка системи автоматизації електричної тунельної печі		
Керівник		Проскурка Є.С.				8	8
Зав. каф.		Ельперін І.В.				НУХТ АК-4-1	
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.					

Зміна температури впливає на всі процеси, що проходять у тесті: ферментативні, мікробіологічні та колоїдні. Великий вплив температура опари і тесту надає на мікрофлору тесту та її життєдіяльність.

Слід враховувати, що оптимальна температура розмноження хлібопекарських дріжджів тримається лише на рівні 25°C, тоді як оптимальна температура спиртового бродіння – близько 35°C.

При підвищеній температурі (30-40°C) в опарі або в тісті створюються сприятливі умови і для життєдіяльності бактерій. Внаслідок цього зростає кислотність опари або тіста.

В результаті підвищення температури знижується еластичність клейковини та збільшується її розтяжність та розпливаність. Особливо погіршується при цьому якість слабкої клейковини. При зміні температури тіста від 25 до 35° змінюються його фізичні властивості. Підвищення температури тіста «послаблює» його та клейковину, а зниження «підсилює».

Пояснюється це, очевидно, тим, що при підвищенні температури тіста збільшується швидкість набухання і пептизації колоїдів борошна, а також дії ферментів тесту. На виробництві опару і тісто зазвичай готують за нормальної температури 26-32°C.

Тісто із слабого борошна доцільно готувати за нижчої температури. Підвищену температуру тістознавства можна рекомендувати лише для тіста із «сильного» борошна. При цьому слід пам'ятати, що підвищення температури тіста (до 35°C) форсує спиртове і кислотне бродіння в ньому.

ВПЛИВ ВОЛОГИ ТІСТА НА ЙОГО ВЛАСТИВОСТІ І ЯКІСТЬ ХЛІБА

Співвідношення борошна та води в тісті має важливе значення у технології хлібопекарського виробництва. Воно визначає фізичні властивості тіста, перебіг, колоїдних, біохімічних та мікробіологічних процесів, зміну властивостей тіста при обробці його тісторозробними машинами, поведінку тіста під час вистоювання, при випіканні та виході хліба та хлібних виробів.

На 100 кг борошна у тісті припадає від 30 до 85 л води.

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

Співвідношення борошна та води залежить від цілого ряду факторів: вологості борошна; виходу її; роду злаку, з якого отримано борошно; властивостей борошна; сорти хліба та хлібобулочного виробу; кількості у тесті цукру, жиру та інших інгредієнтів; способу приготування тіста тощо. Вологість м'якушу або цілого виробу для кожного сорту встановлюється стандартом.

СПІВВІДНІШЕННЯ В ТІСТІ МУКИ ТА ДРІЖДЖІВ

Це співвідношення істотно впливає на властивості тіста, хід технологічного процесу та якість хліба. Пресованих дріжджів при приготуванні пшеничного тіста можна застосовувати від 0,5 до 6,0% маси борошна.

Кількість їх залежить від низки факторів: - якості дріжджів; якості борошна (насамперед її газоутворюючої здатності); способу приготування тіста; рецептури тіста тощо.

РОЗСТОЙКА ТІСТА

Як недостатня, так і надмірна вистоювання негативно позначається на якості хліба. Тривалість вистоювання сформованих шматків тіста коливається в широких межах (25-150 хв) залежно від маси шматків, умов вистоювання, рецептури, властивостей борошна та інших факторів.

ВПЛИВ ДОДАВАННЯ ЦУКРУ І ЖИРОВИХ ПРОДУКТІВ

Складовими частинами тіста багатьох хлібобулочних виробів є жир та цукор.

Кількість цих добавок регламентована рецептурою на відповідний сорт виробу та довільно змінюватися не може.

Цукор і жири (що об'єднуються виробничим терміном «здоба»), що додаються в тісто, суттєво впливають на перебіг технологічного процесу приготування хлібних виробів та їх якість.

Кількість цукру і жиру, що вноситься в тісто, впливає на кількість води, яку слід додавати при замісі тіста. Чим більше в тісті цукру та жиру, тим відповідно менше потрібно води. На спиртове бродіння та газоутворення у тесті додавання невеликих кількостей (до 10% до маси борошна) цукру впливає позитивно.

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

Внесення значних кількостей цукру різко знижує газоутворення і навіть практично зупиняє його (40-50% цукру).

Інформація про процес випікання хліба

Детальна схема виробництва хліба виглядає так:

- Підготовча обробка сировини: зберігання, перемішування, аераційне насичення, просів та дозування борошна; підготовче оброблення води; виготовлення та кондиціонування сольового та цукрового розчинів, жирових сумішей та дріжджових суспензій;
- дозування рецептурних інгредієнтів, замішування та бродіння закваски та тіста;
- порційний поділ дозрілого тіста на рівноважні шматки;
- формування, яке полягає у фізичній обробці заготовок із тіста для набуття ними конкретної форми (використовується при виробництві формового хліба);
- розстоювання, яке полягає у бродінні готових тестових заготовок. У деяких випадках після цього етапу заготовки піддають надрізуванню (батон та ін.);

Тісто - дуже функціональний продукт. За тисячі років люди навчилися готувати його різними способами та методами, тому ми маємо так багато видів борошняних виробів: круасани, пиріжки, еклери, млинці, тістечка та інші ласощі.

Щоб розібратися в цьому достатку і навчитися готувати випічку і борошняні страви, слід визначити основні типи тіста і для чого вони використовуються.

ДРІЖЖОВЕ

Дріжджове тісто використовують для хліба, пирогів, пиріжків, піци, булочок, пончиків, пасок. Даний вид тіста досить складний - вимагає чітких пропорцій, часу і певних навичок, але ж воно і найсмачніше. Для приготування використовують свіжі (пресовані) або сухі дріжджі, завдяки

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

яким основна маса піднімається до під час випікання, замішують на воді, молоці, кефірі або інших рідких кисломолочних продуктах.

Поради з приготування дріжджового тіста:

- Просіюйте будь-яке борошно, з яким збираєтеся працювати.
- Всі жири (наприклад вершкове масло) повинні бути в рідкому стані, але не киплячому.
- Для випікання хліба можна використовувати залишки будь-яких продуктів із холодильника (сир, сир, зелень, оливки), їх кількість разом із прянощами не повинна перевищувати 0,5 склянки на кожні 2 склянки рідини, інакше тісту буде важко піднятися.
- Тісто краще місити руками, так ви відчуєте консистенцію і чи додавати ще борошна.
- Не додавайте в заміс багато цукру, він може спровокувати пригорання в процесі випікання, краще наголосити на начинці, покласти ванілін для аромату.
- Не забувайте змастити випічку яйцем перед тим, як відправити в піч.

ЛИСТКОВЕ

Листкове - багат шарове тісто, яке готують з використанням великої кількості олії або маргарину. Листкове тісто буває дріжджовим, бездрожжевим або з додаванням соди. Жировий компонент використовується для промазування шарів, щоб вони не склеїлися.

ЗАВАРНЕ

Це традиційне тісто на окропі, з якого роблять еклери, пиріжки, профітролі, торти, чуррос, іноді вареники та пельмені, чебуреки. Історія заварного тіста триває майже 500 років, і батьківщиною, звичайно, вважається Франція, адже саме там у 16 столітті винайшли заварне тістечко для королівського двору.

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

Це тісто має чітку класифікацію, тому що база завжди одна: борошно, вода, яйця і вершкове масло. Зазвичай тісто виходить еластичним, досить рідким, тому з ним працюють кондитерський мішок.

ПІСОЧНЕ

Пісочне тісто роблять на основі борошна, вершкового масла, яєць та цукру з додаванням невеликої кількості рідини. Залежно від рецептури, рідкою основою може бути сметана, вершки або йогурт, а замість олії часто додають маргарин. З “пісочку” випікають коржі для тартів, закритих пирогів, тортів, чізкейків, а також усіма улюблені солодоші: печиво, горішки зі згущеним молоком, коржики, віденське печиво.

Процес приготування хліба в П Molino:

1. Перемікс

Залити борошно окропом, ретельно перемішати, накрити і залишити при кімнатній температурі на 3 години.

2. Заміс тіста

У тістомісильнику з'єднуємо воду (близько 85% від зазначеної кількості), пшеничне борошно, дріжджі, зріле тісто і перемікс (температура якого не повинна перевищувати 24°C). Змішуємо на першій швидкості протягом 3-4 хвилин. Після того, як тісто збереться в одну велику кулю, додаємо сіль і продовжуємо заміс. На цьому етапі починаємо додавати частинами решту води. В кінці замісу додаємо оливкову олію, продовжуємо заміс поки вона повністю не ввійде в тісто. Не допускати перегріву тіста, в кінці вона не повинна перевищувати $t+24^{\circ}\text{C}$

3. Розстойка тіста

Після замісу, тісто помістити в контейнер, накриваємо кришкою. Бокс з тістом залишаємо при кімнатній температурі на 2-3 години. Кожні 30-40 хвилин робити обмивання. Тісто має підійти майже двічі.

4. Формування тістових заготовок

Зброжене тісто розділити на заготовки масою по 750 грам Сформувати тісто в кулі, дати відпочити 10-15 хвилин накривши вологим рушником.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						13
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Сформувати тісто в кінцеву форму, помістити в кошики які раніше присипані манною крупною і залишаємо в холодильнику на 10-12 хвилин при температурі 3-5°C.

5. Випікання в тунельній печі

Зволоження заготовок, що випікаються, при температурі 110-120°C протягом 2 хв.

Обсмажування заготовок за температури 240-250°C протягом 3 хв.

Допікання за температури 150-180°C протягом 33 хв.

1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.

Таблиця 1.1. Завдання на розробку системи автоматизації.

Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови
Піч	Вологість	80%	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі пари	
	Температура I зони	110 °C	Регулювання	Стабілізація	Вплив на ТЕН	
	Температура II зони	190 °C	Регулювання	Стабілізація	Вплив на ТЕН	
	Двигун M1	120 об/хв	Управління	Стан	Вплив на стан роботи двигуна	

Розділ 2. Система автоматизації

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

Вимірювання температури



Рис 2.1 Зовнішній вигляд датчика термометра опору JUMO 902120/11

Система повністю знаходиться у корпусі датчика та відповідає всім вимогам. Термометр опору, що вгвинчується, має компактну конструкцію. Він складається із захисної трубки з вбудованим сенсором, приєднання до процесу, та корпусу для електроніки вимірювального перетворювача. Як підключення до процесу можливі гвинтові приєднання, конусні та клемні штуцери, приварні муфти або кульові приварні муфти.

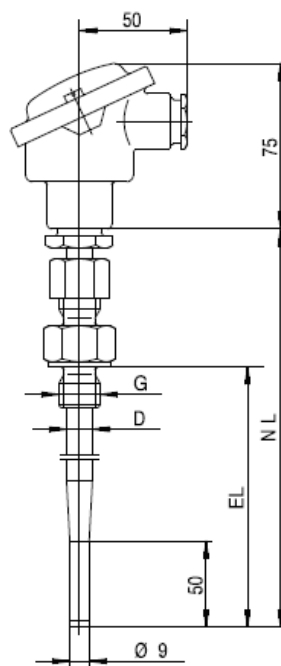
Захисна трубка складається із нержавіючої сталі. Вбудований цифровий 2-х провідний вимірювальний перетворювач перетворює значення опору в уніфікований струмовий сигнал.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Оксютенко П.В..			Розробка системи автоматизації електричної тунельної печі	Літ.	Арк.	Аркуші
Керівник		Проскурка Є.С.					15	18
Зав. каф.		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-1		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

Діапазон вимірювання та додаткові параметри, необхідні для роботи, конфігуруються за допомогою Setup-програми.

Прилад призначений для промислового застосування та відповідає європейським нормам електромагнітної сумісності (ЕМС). Високотемпературне виконання перетворювача Dtrans T100 також можливе з подовженою частиною. З вбудованим вимірювальним перетворювачем діапазон вимірювання може бути до $+260^{\circ}\text{C}$, виконання без подовження розраховане на діапазон від -50°C до $+200^{\circ}\text{C}$. Інше виконання без подовження та вбудованого програмованого 2-х провідного вимірювального перетворювача розраховане на діапазон температур $-50^{\circ}\text{C} \dots 150^{\circ}\text{C}$.

Електричне приєднання здійснюється за допомогою 4-х полюсних штекерів, M12x1. Як чутливі елементи застосовуються температурні сенсори Pt100 або Pt1000 за 2-х або 4-х провідною схемою.



Тип 902120/11

Рис 2.2 Габаритні розміри датчика термометра опору типу JUMO 902120/11

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

Вимірювання вологості

Для вимірювання вологості в печі тунельного типу використовується промисловий гігрометр Galltec+mela серії В (рис. 2.3).



Рис 2.3 Промисловий гігрометр Galltec+mela серії В

Датчики серії В призначені для вимірювання вологості та температури повітря (або інших нейтральних газів), при екстремально низьких або високих температурах. Це можливо завдяки тому, що сенсорна частина відокремлена від перетворювача, і таким чином, електронна схема не знаходиться в місці вимірювання, а розміщується зовні, за нормальних умов експлуатації.

Температура вимірюваного середовища $-80 \dots +200 \text{ }^\circ\text{C}$.

Варіанти виконання: кабельне з довжиною зонда до 5м (BZ), каналне (BK) та настінне (BW).

Можливість обмеження вихідного сигналу з вологості (не більше 100%).

Можливість розрахунку ентальпії, температури мокрого термометра, вміст вологи, точки роси та абсолютної вологості повітря.

Точність вимірювання вологості $\pm 1,5\%$ відносної вологості, температурний коефіцієнт $0,02\%/K$.

Захисні фільтри в залежності від умов експлуатації Заводське калібрування за 4-ма точками відносної вологості.

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

Технічні характеристики датчиків вологості Galltec+Mela серії В

Humidity

- measuring range 0...100%rh
- accuracy (5...95%rh przy 10...40°C) $\pm 2\%$ rh
- uence of temperature (<10°C, >40°C) <0,1%/K

Temperature

- measuring element(DIN EN 60751): Pt100 classB
- measuring range
 - series GCx/5 -20...+80°C
 - series ZCx/5, ZCx.D/6, KCx/5 -25...+ 125°C
 - series ZCx.H/6, ZCx.HD/ 0...+200°C
- accuracy :
 - output:: 0...10V $\pm 0,2$ K
 - output: 4...20mA $\pm 0,3$ K
- influence of temperature (<10°C, >40°C) $\pm 0,007$ K/K

Other data

•ambient temperature

transmitter part (80x75x57)

-40...+80°C

• sensor part

series GC

-40...+80°C

series ZC, KC, ZC.D

-40...+ 125°C

series ZC.HD

-40...+ 160°C

series ZC.H

-60...+200°C

• operating voltage

]current output

12...30V DC

voltage output

24V±10% AC/DC

•degree of protection

transmitter part

IP 65

sensor heada (x KC,x2C)

IP 65

sensor head (x GC)

IP 30

• housing material

sensor part (except series GC)

inox

sensor part series GC

aluminium

sensor part

aluminiowy odlew
ciśnieniowy

• load:

>10kΩ

• power consumption

ok. 5mA

• Directive about electromagnetic compatibility
EMC

emission

EN 55011 Kl.B

resistance

EN 50082-2

load: Ω =

Operating voltage - 10 V DC

0,02 A

± 50 Ω

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

Індуктивний датчик наближення

Schneider Electric XSAV11373 індуктивний безконтактний датчик для безконтактного контролю металевих об'єктів розміром до 60 мм.



Рис 2.4 Schneider Electric XSAV11373

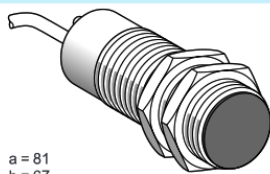
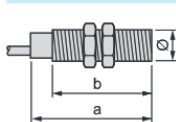
Призначення:

- виявлення об'єктів (з високою частотою прямування) з струмопровідних матеріалів зі зміною стану свого вихідного контакту при контролі швидкості обертання
- визначення холостого ходу валу
- визначення перевантажувального режиму валу

Частота комутації: Регульоване значення чутливості - 6...150 імпульсів/хв Максимальна швидкість об'єктів - 6000 імпульсів/хв, є захист від перевантаження та короткого замикання, вбудований з захистом від неправильної полярності

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

Flush mountable in metal



Lengths (mm):
a = Overall
b = Threaded section

a = 81
b = 67
Ø = M30

	DC	DC	AC/DC	AC/DC
Nominal sensing distance (Sn)	10 mm	10 mm	10 mm	10 mm
Adjustable frequency range	6...150 impulses/min	120...3000 impulses/min	6...150 impulses/min	120...3000 impulses/min

References

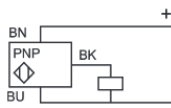
3-wire $\overline{\text{---}}$ PNP / NC	XSAV11373	XSAV12373	—	—
2-wire $\overline{\text{---}}$ or \sim / NC	—	—	XSAV11801	XSAV12801
Weight (kg)	0.300			

Characteristics

Connection	Pre-cabled, 3 x 0.34 mm , length 2 m (1)	Pre-cabled, 2 x 0.34 mm , length 2 m (1)
Degree of protection conforming to IEC 60529	IP 67	
Operating zone	0...8 mm	
Repeat accuracy	3 % of Sr	
Differential travel	3...15 % of Fr	
Operating temperature	-25...+70 °C	
Output state indication	Red LED	
Rated supply voltage	$\overline{\text{---}}$ 12...48 V with protection against reverse polarity	\sim 24...240 V (50/60 Hz) or $\overline{\text{---}}$ 24...210 V
Voltage limits (including ripple)	$\overline{\text{---}}$ 10...58 V	\sim or $\overline{\text{---}}$ 20...264 V
Switching capacity	\leq 200 mA with overload and short-circuit protection	\sim 5...350 mA or $\overline{\text{---}}$ 5...200 mA (2)
Voltage drop, closed state	\leq 1.8 V	\leq 5.7 V
Residual current, open state	—	\leq 1.5 mA
Current consumption, no-load	\leq 15 mA	—
Maximum switching frequency	6000 impulses/min (for XSAV11 $\bullet\bullet\bullet$); 48,000 impulses/min (for XSAV12 $\bullet\bullet\bullet$)	
"Run-up" delay following power-up	9 seconds \pm 20 % + 1/Fr (3)	

Wiring schemes

3-wire $\overline{\text{---}}$
XSAV1 \bullet 373



2-wire \sim or $\overline{\text{---}}$
XSAV1 \bullet 801



Рис 2.5 Характеристики Schneider Electric XSAV11373

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

21

Частотний перетворювач Lenze 8200 Vector.

Частотний перетворювач Lenze 8200 Vector застосовується для регулювання швидкості обертів двигуна M1 конвеєра тунельної печі (рис. 2.2).



Рис 2.6 Частотний перетворювач Lenze 8200 Vector.

Регульований асинхронний електропривод дозволяє з високою надійністю та ефективністю вирішувати різні завдання автоматизації виробництва та економії електроенергії.

Перетворювачі частоти (інші назви - частотний перетворювач, частотний привід, частотно-регульований привід, інвертор частоти) успішно застосовуються в промисловості для вирішення наступних завдань:

- енергозбереження - економія енергоносіїв у системах водо- та тепlopостачання, системах вентиляції та воздуходувах до 50%;
- розширення можливостей технологічного обладнання;
- регулювання швидкості у раніше нерегульованих технологічних процесах;

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

- синхронне керування кількома двигунами від одного перетворювача;
- автоматизований асинхронний електропривод;
- заміна приводу постійного струму:
- зниження витрат, пов'язаних із експлуатацією;
- широке поширення асинхронних електродвигунів, їх висока надійність та ремонтпридатність.

Здатність витримувати навантаження 180% від номінального моменту протягом 60 секунд.

Робочі режими:

- закон управління - U/f лінійне, квадратичне
- векторне керування
- глибина регулювання 1:50

Структура меню подібна до структури в мобільних телефонах! Використовуючи нову ергономічну клавіатуру ХТ, Ви налаштуєте перетворювач частоти дуже просто і швидко.

Нова програма Global Drive Control зробить Ваше життя легшим. Обумовлені базові конфігурації дозволяють дуже легко, а найголовніше - швидко ввести в експлуатацію перетворювач. Це заощаджує час – і тому гроші!

Функціональні модулі з пріжинами контактами, що притискаються, дозволяють легко і просто підключати прилад. Звичайно, штепселі захищені проти зміни полярності.

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

Електропневматичний перетворювач

AVENTICS Series 617 Sentronic LP (Low Power) це високоефективний та економічний пропорційний клапан із цифровим керуванням, який ідеально підходить для регулювання тиску. Він відрізняється малою площею та простою у використанні модульною конструкцією. Параметри контуру керування клапаном можуть бути оптимізовані для конкретного застосування за допомогою додаткового програмного забезпечення для збору даних (DaS) та підключення до ПК. Клапан відрізняється низьким енергоспоживанням (<4 Вт), швидким часом відгуку та вбудованими комунікаційними можливостями IO-Link.



Рис 2.7 Зовнішній вигляд ЕПП ASCO NUMATICS Sentronic LP.

Електропневматичний перетворювач (ЕПП) перетворює пропорційний електричний сигнал 4...20 мА або 0...10В на пропорційний пневматичний сигнал, що лежить, зазвичай, в діапазоні 20...100 кПа. Очевидно для коректної роботи ЕПП потрібне його підключення до лінії стиснутого повітря. Схема з'єднання ЕПП та регулюючого клапана з МІМ показана на малюнку.

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

Пневматичний клапан

Керуючі клапани **Hi-Flow** це прохідні запірні клапани з одним сідлом, керовані зверху чи збоку позиціонером.



Рис 2.9 Dwyer Hi-Flow

Клапан цього типу може використовуватись у додатках з меншим розміром, оскільки клапан має велику пропускну здатність, ніж більшість звичайних клапанів того ж розміру.

Разом з високою пропускну здатністю клапан підтримує широкий діапазон змін 50:1, що гарантує точність керування. Клапани для важких умов роботи мають міцну конструкцію з самого високоякісного точно обробленого матеріалу та характеристика клапана гарантується на роки роботи без пошкоджень та обслуговування.

Стандартний сальник складається з кілець ПТФЕ і дає ковзання з мінімальною вимогою без мастила при високих робочих тисках. Доступне виконання корпусу з латуні, сталі чи нерж., внутрішній механізм виконаний із

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

нерж. з повністю привареною пробкою, що забезпечує відмінну міцність та стійкість.

Особливості:

- Широкий діапазон змін 50:1
- Виняткове відсічення та швидкість течі
- Вибір безпечного варіанта з приводами Повітря-Підйом або Повітря-Опускання та корпусів клапана
- Натиск для відкриття або Натиск для закриття
- Реверсивність спрямування на пропорційні моделях
- Магнітна муфта захищає двигун в умовах зриву потоку
- Лінійні або рівнопроцентні характеристики потоку
- Опції для слабкого потоку зі звуженим налаштуванням або голчатою пробкою
- сідлове кільце, що знімається і замінюється.

Застосування:

- Контроль витрати, змішування або відведення потоку
- Зручний для пари, води або сумісних глікольних розчинів



Рис 2.10 Типи клапанів Dwyer Hi-Flow

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Управління трубчастими електричними нагрівачами (ТЕН)

Для управління трубчастими електричними нагрівачами (ТЕН) в системі автоматизації процесу випічки хлібу в печі тунельного типу з електропідігрівом застосовуються твердотілі реле FOTEK SSR. Зовнішній вигляд твердотілого реле FOTEK SSR наведено на рис. 2.15.

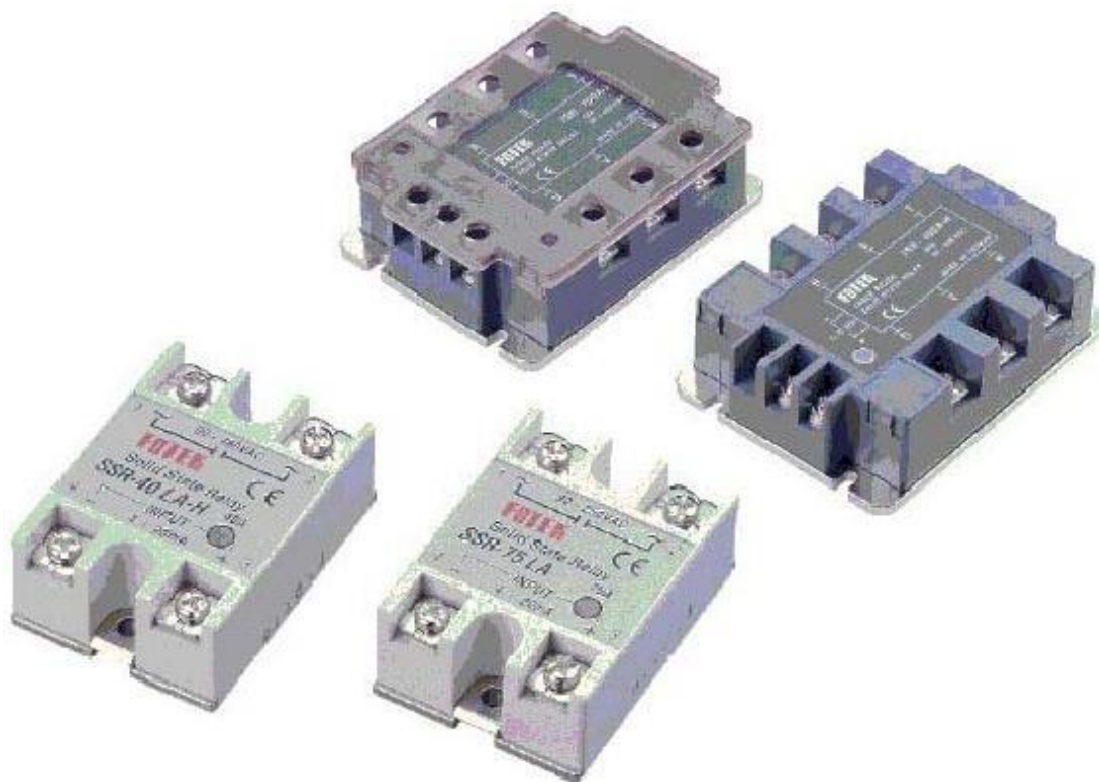


Рис 2.11 Зовнішній вигляд твердотілого реле FOTEK SSR.

При підключенні слід дотримуватися полярності, позначеної на корпусі.

1. Корпус реле під час роботи нагрівається, не торкайтеся його!
2. При короткому замиканні на контактах 1-2 реле вийде з ладу. Для захисту від короткого замикання використовуйте запобіжники або інші пристрої захисту, призначені для напівпровідникових пристроїв. Звичайні автоматичні вимикачі не захистять реле.
3. При комутації пристроїв з індуктивним навантаженням (електродвигунів), навантаження має становити не більше 40% від номінального струму ($100\text{A} - 60\% = 60\text{A}$)

4. При комутації пристроїв з резистивним навантаженням (нагрівальні елементи), навантаження має становити не більше 60% від номінального струму (100А - 40% = 40А)
5. При досягненні температури 60 °С реле починає виходити з експлуатації. Для зниження температури застосовуйте радіатор охолодження бажано з примусовим охолодженням (вентилятором).

Характеристики твердотілого реле FOTEK SSR:

Лінійні однофазні реле з регулюванням вихідної напруги струмом (SSR-LA серія)				
Модель	SSR-25LA	SSR-40LA	SSR-50LA	SSR-75LA
Управляючий сигнал	4 ... 20 мА			
Вхідний опір	1.2 кОм			
Метод управління	Фазове управління			
Номінальна напруга навантаження	90 ... 250 В AC 250 ... 480 В AC ("Н" в позначенні)			
Пікова напруга	більше 1200 В			
Номінальний струм навантаження	25 А	40 А	50 А	75 А
Максимальний короточасний струм	275 А	410 А	550 А	820 А
Струм витoku	< 0.5 % при повному навантаженні			
Діелектрична міцність	більше 2.5 кВ AC / 1 хв.			
Опір ізоляції	більше 50МОм / 500 В DC			
Діапазон робочих температур	-20 °С ... +80 °С			
Вага	105 г		110 г	

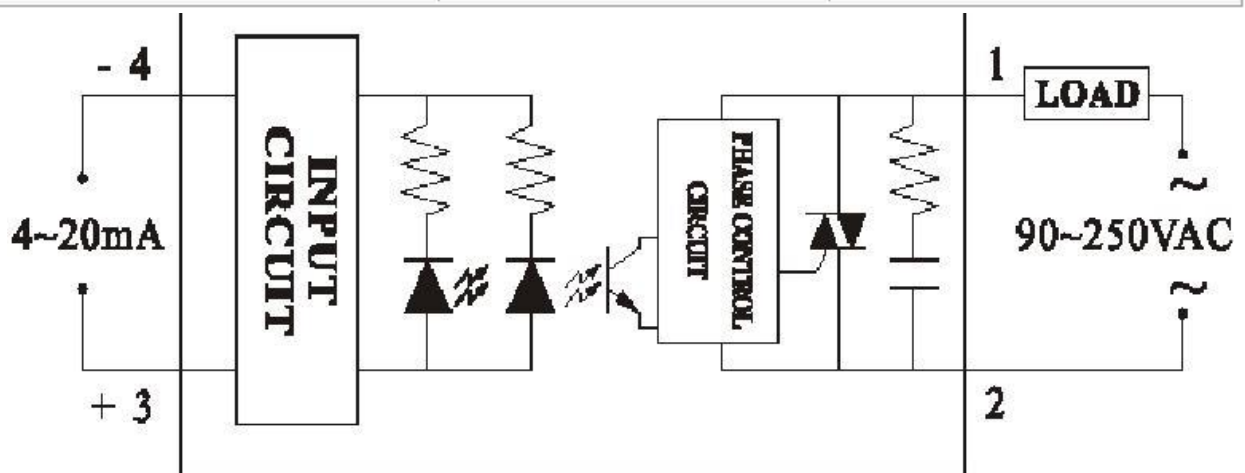


Рис 2.4 Електрична схема підключення твердотілого реле FOTEK SSR.

2.2. Схема автоматизації

В системі автоматизації електричної тунельної печі відбувається регулювання вологості та температури в 2-х зонах печі та управління двигуном конвеєра.

Вимірювання температури в 2-х зонах тунельної печі відбувається за допомогою термоперетворювачів опору JUMO 902120/11 (поз. 2а-3а). Температура регулюється трубчастими електричними нагрівачами (ТЕН) (поз. 2в-3в). ТЕНи управляються за допомогою твердотілих реле (поз. 2б-3б), що приймають уніфікований сигнал управління 4-20 мА від ПЛК.

Вологість в зоні тунельної печі вимірюється за допомогою промислового гігрометра Galltec+mela серії В (поз. 1а) та регулюється подачею пари пневматичним клапаном Dwyer Hi-Flow (поз. 1в), що управляється електропневматичним перетворювачем ASCO NUMATICS Sentronic LP (поз. 1б).

Управління двигуном конвеєра АИР90L2 (поз. М1) виконується частотним перетворювачем Lenze 8200 Vector (поз. 4б), що управляє частотою обертів двигуна орієнтуючись на покази індуктивного датчика Schneider Electric XSAV11373 (поз. 4а), який підключен до частотного перетворювача Lenze 8200 Vector, який змінює швидкість руху тістових заготовок в печі.

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

2.3. Специфікація засобів автоматизації

Таблиця 2.1. Специфікація засобів автоматизації.

№ п/п	№ поз. за схемою	Місце встановлення	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, Марка	К-сть	Виробник
1	2	3	4	5	6	7
1	2а, 3а	по місцю	Термометр опору Pt100 з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА, напруга живлення 24 В DC, діапазон вимірювань -196...+660 °С	JUMO 902120/11	2	ТОВ "Група компаній Аплісенс", м. Тернопіль
2	2б, 3б	на щиті	Твердотіле реле з управляючим уніфікованим сигналом постійного струму 4-20 мА для управління напругою 220 В AC трубчастих електричних нагрівачів (ТЕН)	FOTEK SSR-75LA- H	2	ООО "ПРОМ-САТ", м. Київ
3	2в, 3в	по місцю	Трубчастий електричний нагрівач (ТЕН) потужність 12 кВт, напруга 220 В AC	CONVO- THERM Код: 416028	2	Technodelo .com", м. Київ
4	1а	по місцю	Промисловий гігрометр з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА, діапазон вимірювань 0–100 %	Galltec+mela серії B	1	Galltec+mela, Німеччина

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

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7
5	16	на щиті	Перетворювач електропневматичний для перетворення аналогового сигналу постійного струму: 4-20 мА в уніфікований пневматичний сигнал 20-100 кПа. Рживл.=140 кПа, напруга живлення 24 В DC.	AVENTI CS Series 617 Sentronic LP	1	ASCON TECNO- LOGIC, Італія
6	1в	по місцю	Пневматичний виконавчий механізм поршневий Ржив. = 140 кПа, Рвих. = 20-100 кПа.	Dwyer Hi-Flow	1	Dwyer Instruments, Індіана
7	4а	по місцю	Індуктивний датчик наближення, напруга живлення 24 DC.	Schneider Electric XSAV1137 3	1	Schneider Electric Франція
8	46	на щиті	Частотний перетворювач потужність 11 кВт, напруга живлення 380В.	Lenze 8200 Vector	1	СВ «Альтера» м. Запоріжжя

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

3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)

В системі автоматизації електричної тунельної печі використовується ПЛК Schneider Electric M340.

Модулі, що використані в ПЛК Schneider Electric M340 для автоматизації електричної тунельної печі зазначено в таблиці 3.1 та їх розташування зазначено на рис. 3.1.

Таблиця 3.1. Використані модулі для ПЛК M340.

Модулі вводу/виводу		Примітка
Найменування	Кількість	
BMX P34 2020	1	Процесор
BMX CPS 2000	1	Блок живлення
BMX AMI 0810	1	8 аналогових входів
BMX AMO 0802	1	8 аналогових виходів

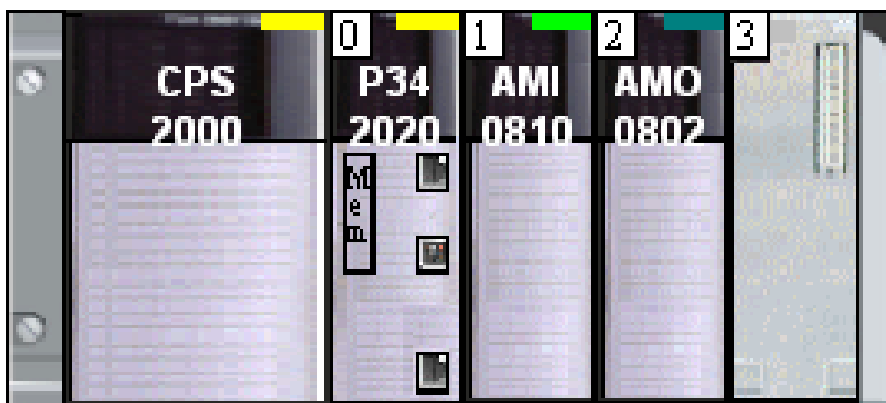


Рис. 3.1. Розташування модулів ПЛК M340.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Оксютенко П.В.			Розробка системи автоматизації електричної тунельної печі	Літ.	Арк.	Аркуші
Керівник		Проскурка Є.С.					33	5
Зав. каф.		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-1		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

Принципова електрична схема автоматичного регулювання електричної тунельної печі містить такі елементи:

- QF1 – трьох полюсний вимикач зі захистом від короткого замикання;
- QF2-QF5 – двох полюсні вимикачі зі захистом від короткого замикання;
- БЖ1 – блок живлення постійної напруги 24 В.

В принциповій електричній схемі автоматичного регулювання електричної тунельної печі застосовувалася така нумерація провідників:

- 800-815 – провідники з змінним струмом;
- 900-911 – провідники з постійним струмом;
- 100-103 – провідники сигналів вимірювання;
- 200-207 – провідники регулюючих сигналів;
- 0800 – провідник пневматичного живлення;
- 0200 – провідник пневматичного сигналу управління.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру Контур регулювання обертів в печі

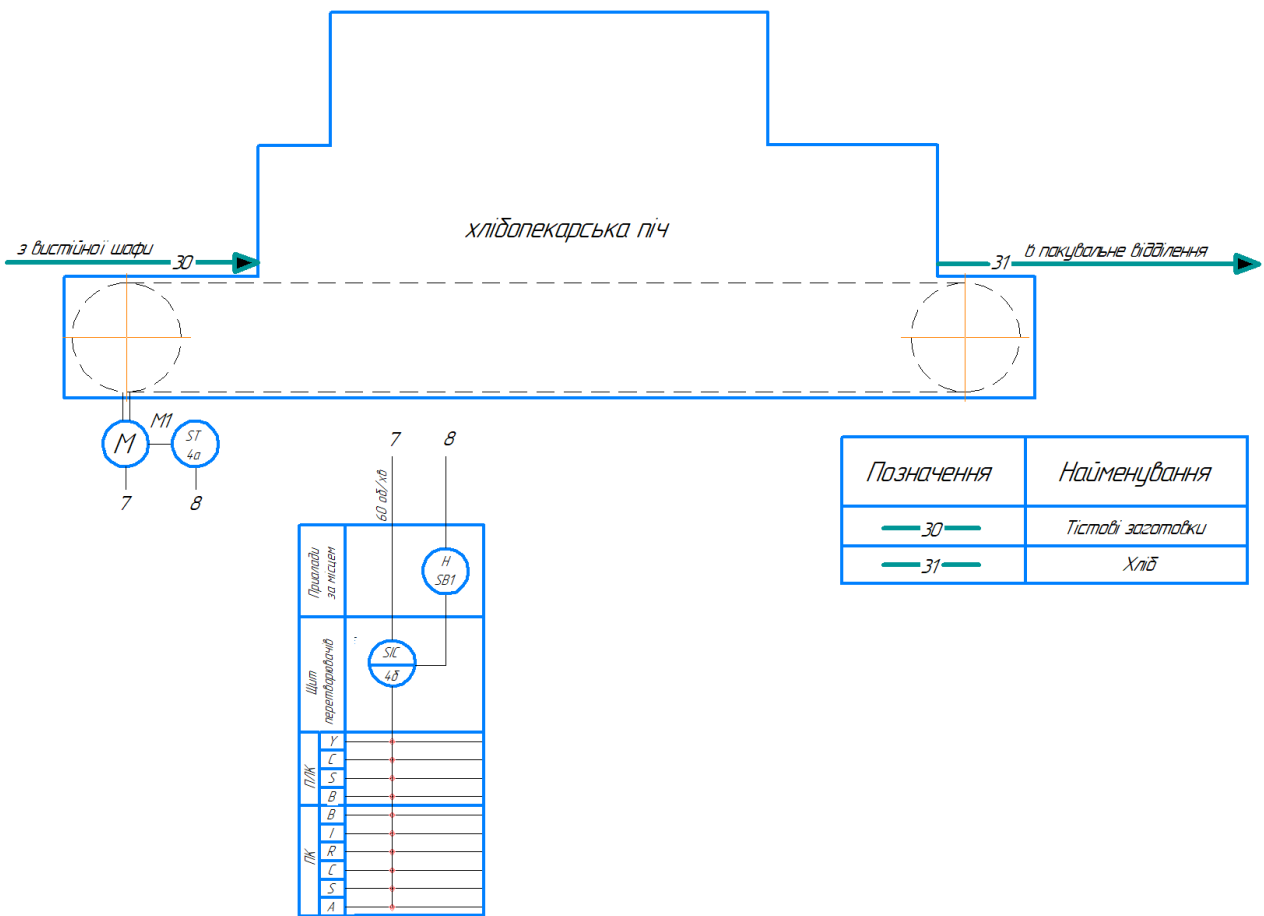


Рис. 3.2. Схема автоматизації контуру регулювання обертів в печі.

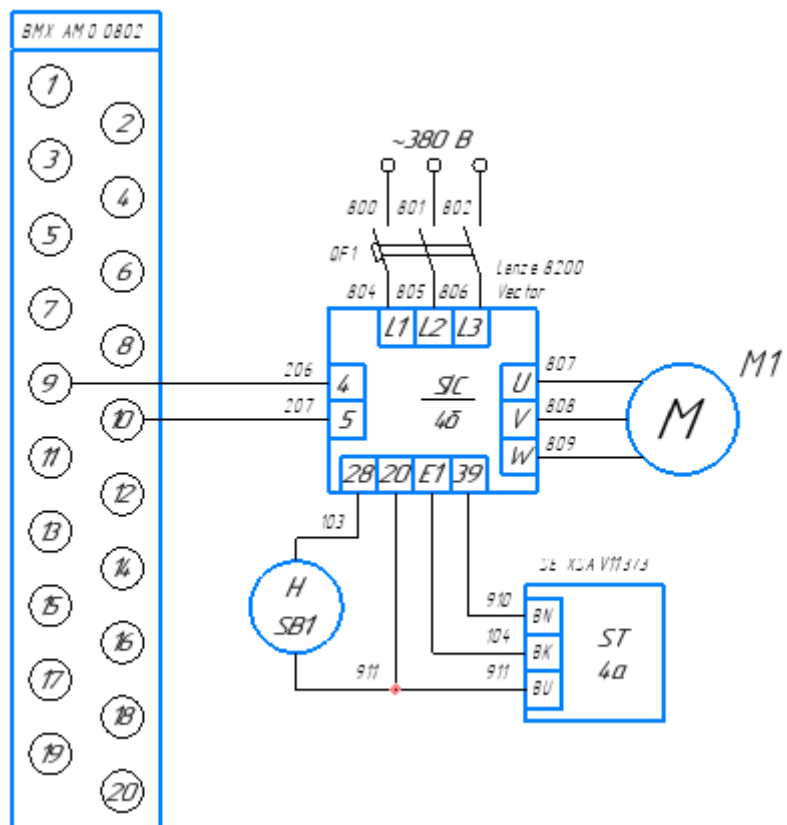


Рис. 3.3. Схема підключення ЧП Lenze 8200 Vector до модуля BMX AMO 0802.

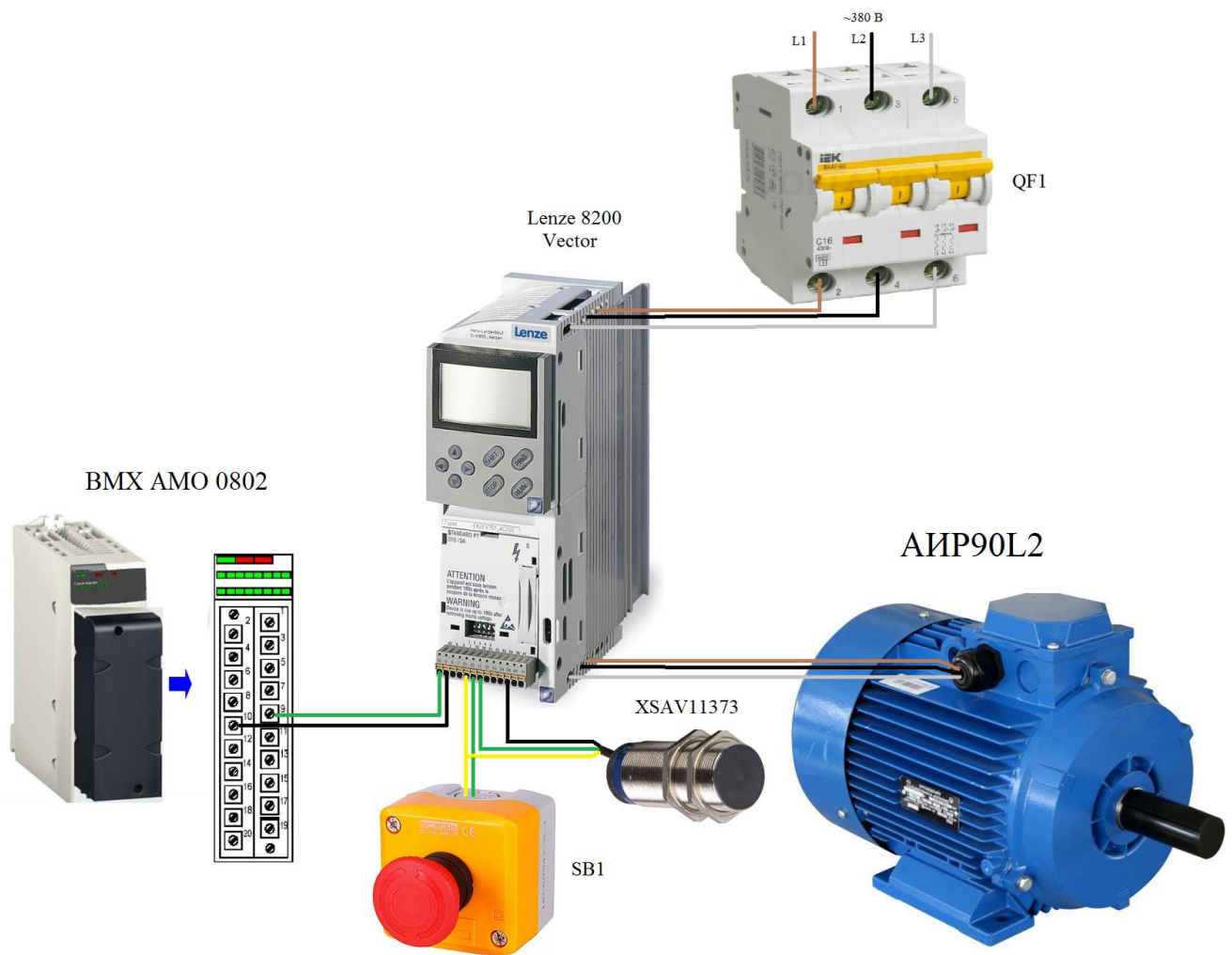


Рис. 3.4. Графічна схема підключення ЧП Lenze 8200 Vector до модуля BMX AMO 0802.

Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу

Для вимірювання вологості в печі тунельного типу використовується промисловий гігрометр Galltec+mela серії В (рис. 4.1).



Рис 4.1 Промисловий гігрометр Galltec+mela серії В

Датчики серії В призначені для вимірювання вологості та температури повітря (або інших нейтральних газів), при екстремально низьких або високих температурах. Це можливо завдяки тому, що сенсорна частина відокремлена від перетворювача, і таким чином, електронна схема не знаходиться в місці вимірювання, а розміщується зовні, за нормальних умов експлуатації.

Температура вимірюваного середовища -80 ... +200 °С.

Варіанти виконання: кабельне з довжиною зонда до 5м (ВЗ), каналне (ВК) та настінне (ВВ).

Можливість обмеження вихідного сигналу з вологості (не більше 100%).

Можливість розрахунку ентальпії, температури мокрого термометра, вміст вологи, точки роси та абсолютної вологості повітря.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Оксютенко П.В.			<i>Розробка системи автоматизації електричної тунельної печі</i>	Лім.	Арк.	Аркушів
Керівник		Проскурка Є.С.					38	3
Зав. каф.		Смітюх Я.В.				<i>НУХТ АК-4-1</i>		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

Точність вимірювання вологості +/- 1,5% відносної вологості, температурний коефіцієнт 0,02%/К.

Захисні фільтри в залежності від умов експлуатації Заводське калібрування за 4-ма точками відносної вологості.

Технічні характеристики датчиків вологості Galltec+Mela серії B

Humidity

- measuring range 0...100%rh
- accuracy (5...95%rh przy 10...40°C) ± 2% rh
- uence of temperature (<10°C, >40°C) <0,1%/K

Temperature

- measuring element(DIN EN 60751): Pt100 classB
- measuring range
 - series GCx/5 -20...+80°C
 - series ZCx/5, ZCx.D/6, KCx/5 -25...+ 125°C
 - series ZCx.H/6, ZCx.HD/ 0...+200°C
- accuracy :
 - output:: 0...10V ± 0,2 K
 - output: 4...20mA ± 0,3 K
- influence of temperature (<10°C, >40°C) ± 0,007K/K

Other data

• ambient temperature

transmitter part (80x75x57)

-40...+80°C

• sensor part

series GC

-40...+80°C

series ZC, KC, ZC.D

-40...+ 125°C

series ZC.HD

-40...+ 160°C

series ZC.H

-60...+200°C

• operating voltage

]current output

12...30V DC

voltage output

24V±10% AC/DC

• degree of protection

transmitter part

IP 65

sensor heada (x KC,x2C)

IP 65

sensor head (x GC)

IP 30

• housing material

sensor part (except series GC)

inox

sensor part series GC

aluminium

sensor part

alumiiniowy odlew
ciśnieniowy

• load:

>10kΩ

• power consumption

ok. 5mA

• Directive about electromagnetic compatibility
EMC

emission

EN 55011 Kl.B

resistance

EN 50082-2

load: Ω =

Operating voltage - 10 V DC

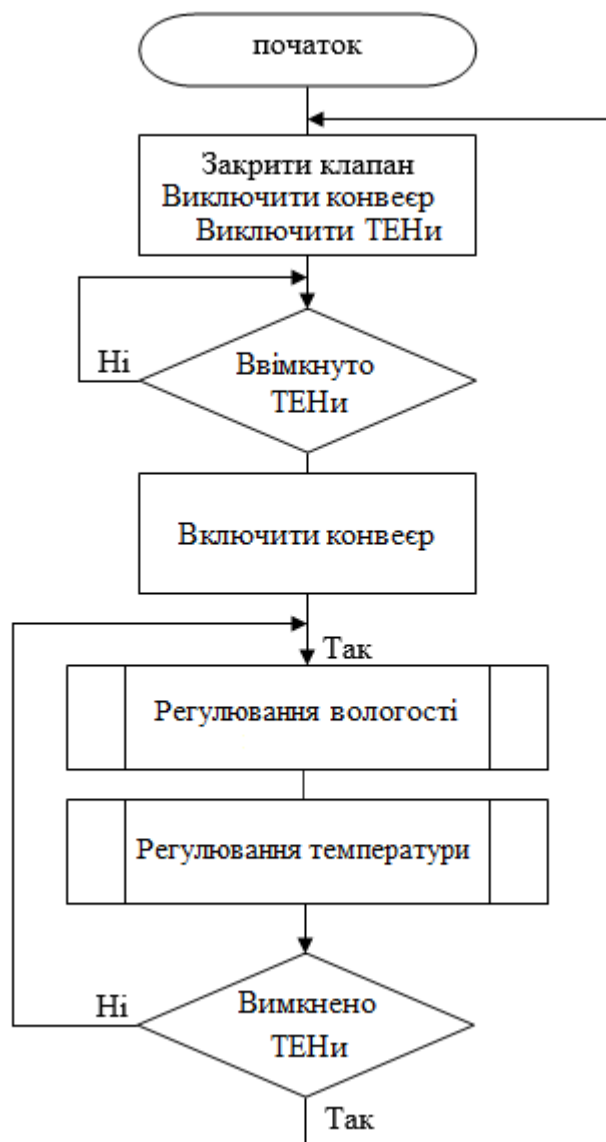
0,02 A

± 50 Ω

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Процес регулювання електричної тунельної печі проходить за наступним алгоритмом:



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Кваліфікаційна робота</i>		
Розроб.		Оксютенко П.В.			Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Проскурка Є.С.				41	3
Зав. каф.		Смітюх Я.В.			<i>НУХТ АК-4-1</i>		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.					

*Розробка системи
автоматизації електричної
тунельної печі*

Використанні змінні програми ПЛК для процесу регулювання електричної тунельної печі зазначені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1. Таблиця зовнішніх змінних ПЛК.

Ім'я змінної	Адреса	Найменування
МТр	%IW0.1.0	Вологість в печі
ТТр1	%IW0.1.1	Температура I зони печі
ТТр2	%IW0.1.2	Температура II зони печі
KL_1v	%QW0.2.0	Клапан подачі пари
ТЕН1	%QW0.2.1	ТЕН зони 1
ТЕН2	%QW0.2.2	ТЕН зони 2
Мк	%QW0.2.3	Двигун конвеєра

Програма процесу регулювання електричної тунельної печі написана мовою програмування Structured Text:

```
!%L1: (*Старт*)
```

```
REPEAT
```

```
    ТЕН1:=0;
```

```
    ТЕН2:=0;
```

```
    KL_1v:=0;
```

```
    Mk:=0;
```

```
UNTIL (%M1 AND %M2)
```

```
END_REPEAT
```

```
IF (%M1 AND %M2) THEN (*Ввімкнуто ТЕНи*)
```

```
    (*Задання швидкості конвеєра – 120 об/хв*)
```

```
    Mk:=1200;
```

```
    DO (*Регулювання вологості і температури*)
```

```
        PID( ' ' , MTr, KL_1v, %M10, %MW50:43);
```

```
        PID( ' ' , TTr1, ТЕН1, %M11, %MW150:43);
```

```
        PID( ' ' , TTr2, ТЕН2, %M11, %MW250:43);
```

```
        UNTIL (%M1 AND %M2)
```

```
    END_REPEAT;
```

```
    JMP %L1;
```

```
END_IF;
```

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

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

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

Мнемосхема процесу в електричній тунельній печі виконана в SCADA-програмі Citect SCADA 2015. В таблиці 6.1 приводиться опис використаних змінних при розробці мнемосхеми.

Таблиця 6.1. Змінні та їх параметри.

Ім'я змінного тега	Адреса	Мін. вихідне значення	Макс. вихідне значення	Мін. значення в одиницях виміру	Макс. значення в одиницях виміру	Тип даних
1	2	3	4	5	6	7
МГр	%IW0.1.0	0	10000	0	100	INT
ТГр1	%IW0.1.1	0	10000	-50	400	INT
ТГр2	%IW0.1.2	0	10000	-50	400	INT
KL_1v	%QW0.2.0	0	10000	0	100	INT
ТЕН1	%QW0.2.1	0	10000	0	100	INT
ТЕН2	%QW0.2.2	0	10000	0	100	INT
Мк	%QW0.2.3	0	10000	0	3000	INT

					Кваліфікаційна робота		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Оксютенко П.В.			Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Проскурка Є.С.				44	2
Зав. каф.		Смітюх Я.В.			НУХТ АК-4-1		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.					
Розробка системи автоматизації електричної тунельної печі							

6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Мнемосхема процесу в електричній тунельній печі дозволяє операторові контролювати зміну технологічних параметрів з місця АРМ (автоматизованого робочого місця) оператора, а також дає змогу вносити управляючу дію в ручному режимі, щодо ТЕНів, клапану та двигуна.

Вигляд мнемосхеми процесу в електричній тунельній печі вказано на рис. 6.1.

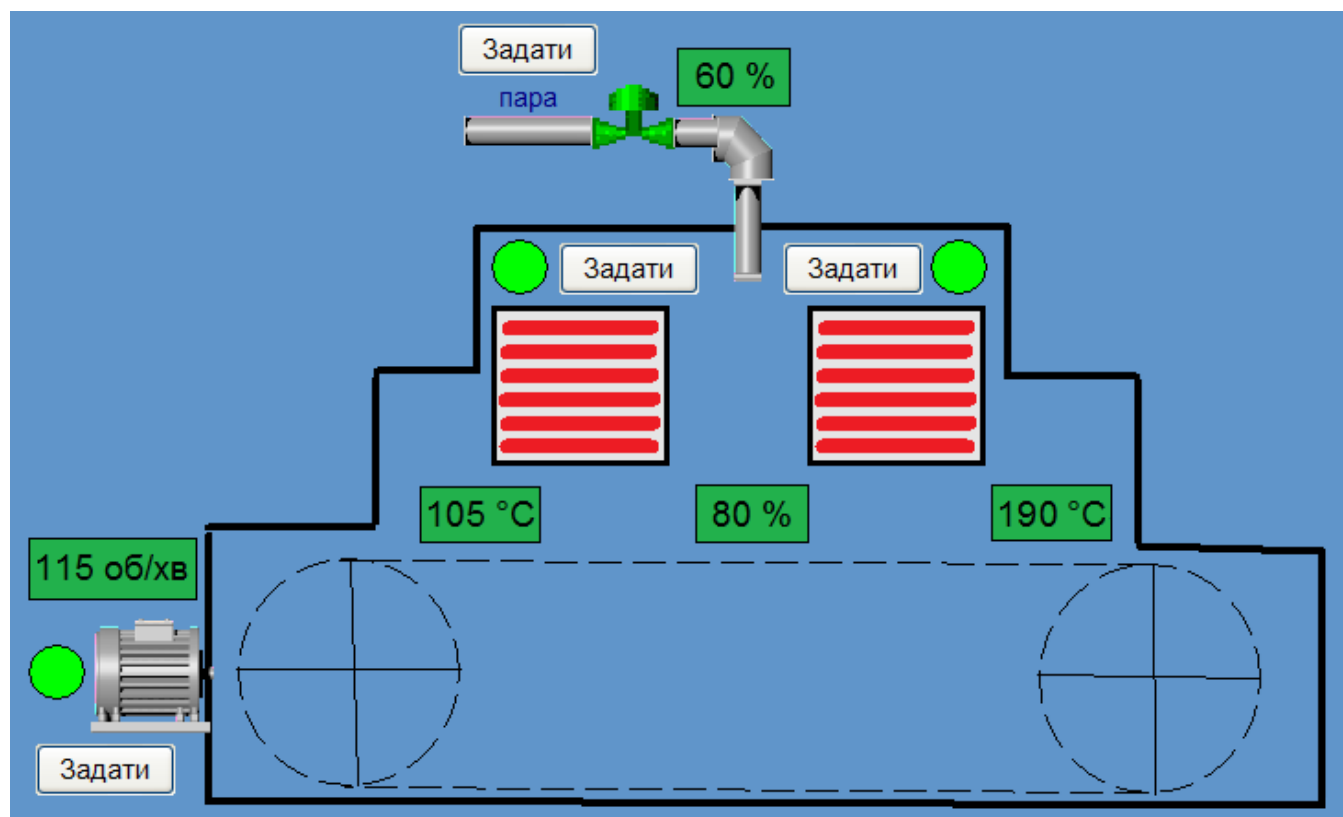


Рис. 6.1. Мнемосхема процесу в електричній тунельній печі.

Висновки

В кваліфікаційній роботі приводиться розробка системи автоматизації електричної тунельної печі.

Система автоматизації електричної тунельної печі розроблялася з використанням промислового логічного контролера від виробника Schneider Electric.

Використання сучасних технічних засобів автоматизації дозволить зменшити витрати енергоресурсів для проходження технологічного процесу випікання, не зменшуючи якість отриманого кінцевого продукту.

В свою чергу зменшення витрати енергоресурсів дозволить збільшити прибутковість виробництва.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Список використаної літератури

1. Датчик вологості . URL: <https://www.dacpol.eu/en/hygrometer-and-temperature-sensor-for-industrial-usage-gg-kc-zc-series/product/hygrometer-and-temperature-sensor-for-industrial-usage-gg-kc-zc-series>
2. ASCO NUMATICS Sentronic LP. URL: https://www.valves-direct.com/wp-content/uploads/2017/11/Series_617_-_ASCO_NUMATICS_Sentronic_LP_Proportional_Valves.pdf
3. Принцип роботи тунельної печі. URL: <https://www.kumkaya.ua/obladnannya-dlya-vipichki/tunelni-pechi>
4. Wikipedia. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B0
5. Індуктивний датчик наближення. URL: <https://trade-control.com.ua/ua/catalog/schneider-electric>
6. Датчика термометра опору. URL: <https://www.jumo.hu/web/products/temperature/resistance-thermometer>
7. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена.
8. Ладанюк А.П. Автоматизація технологічних процесів та виробництв харчової промисловості: Підручник / Ладанюк А.П, Трегуб В.Г., Ельперін І.В.
9. Методичні рекомендації до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 151 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології” денної та заочної форм навчання : уклад. І.В. Ельперін, В.М. Сідлецький, Н.М. Луцька, Є.С. Проскурка. – НУХТ, 2020. – 73 с.

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

10. Пупена О.М. Контролери та їх програмне забезпечення. Курс лекцій для студ. напр. 6.50202 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" денної та заочної форм навчання. Частина 3. / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2011. – 48 с.
11. Проектування систем автоматизації [Електронний ресурс] : методичні вказівки до практичних занять для студентів спец. 7.092501 «Автоматизоване управління технологічними процесами і виробництвами» напрямку 0925 «Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання / уклад. В.Г.Трегуб. – К.: НУХТ, 2010. – 55 с. URL: <http://library.nuft.edu.ua/ebook/file/37.09.pdf>

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48