

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем

управління ім. проф. А.П. Ладанюка

«До захисту в ЕК»

Декан факультету

Андрій ФОРСЮК

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«03» лютого 2025 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Ярослав СМІТЮХ

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«03» лютого 2025 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані

(код та назва спеціальності)

технології»

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

на тему: Розробка системи автоматизації виготовлення дитячих сухих молочних сумішей

Виконав: здобувач 5 курсу, групи ЗАК-5-1

Крутікова Діана Олександрівна

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник Пупена Олександр Миколайович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти

(ім'я та прізвище)

(підпис)

(ім'я та прізвище)

(підпис)

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Рецензент

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач

(підпис)

Київ – 2025 р.

Національний університет харчових технологій

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

ім. проф. А.П. Ладанюка

Освітній ступінь «Бакалавр»

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

ім. проф. А.П. Ладанюка

Ярослав СМІТЮХ

«07» жовтня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Крутіковій Діані Олесандрівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації виготовлення дитячих сухих молочних сумішей

керівник роботи доц., к.т.н. Пупена Олександр Миколайович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «07» жовтня 2024 р. № 886-кс

2. Строк подання здобувачем роботи «03» лютого 2025 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. Загальний аналіз виробництва дитячих сухих молочних сумішей. 1.2. Технологічний опис об'єкта автоматизації. 1.3. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Система автоматизації. 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, ВМ та РО. 2.2. Схема автоматизації. 2.3. Специфікація засобів автоматизації. 3. Проектне компонування ПЛК. 3.1. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до

контролера. 3.2. Розширені схеми підключення для окремого контуру. 4. Креслення встановлення технічних засобів. 5. Опис спеціального програмного забезпечення. 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога.

5. Перелік графічного матеріалу

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

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 07 жовтня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач Діана КРУТИКОВА

_____ (підпис)

Керівник роботи Олександр ПУПЕНА

_____ (підпис)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота виконана на тему: “Розробка системи автоматизації виготовлення дитячих сухих молочних сумішей” з використанням програмованого логічного контролера М_340 від Шнайдер Електрик.

Дипломний проект складається з пояснювальної записки та графічного матеріалу, а саме:

1. Схема автоматизації.
2. Схема підключення датчиків та виконавчих механізмів до програмованого логічного контролера.
3. Креслення встановлення технічних засобів.

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 контролера. В проекті розроблений алгоритм управління процесом виготовлення дитячих сухих молочних сумішей, який реалізований в програмі Unity Pro для ПЛК М_340.

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

Спеціальним завданням даного дипломного проекту є вимірювання температури за допомогою термоелектричного перетворювача ТХК-2088К, креслення встановлення якого зображено на аркуші 3 графічної частини роботи.

Ключові слова: молочна суміш, дитячі сухі молочні суміші, сушарна камера, система автоматизації, термоелектричний перетворювач, програмований логічний контролер, людино-машинний інтерфейс.

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

ANNOTATION

The qualification work was carried out on the topic: “Development of an automation system for the production of dry infant formula” using the programmable logic controller M_340 from Schneider Electric.

The diploma project consists of an explanatory note and graphic material, namely:

1. Automation scheme.
2. Connection diagram of sensors and actuators to the programmable logic controller.
3. Installation drawing of technical equipment.

Special attention in this work was paid to the development of an automation system, selection and calculation of measuring transducers and actuators. A scheme for connecting sensors and actuators to the controller was developed. The project developed an algorithm for controlling the process of manufacturing infant formula, which is implemented in the Unity Pro program for the M_340 PLC. The Vijeo Citect program was used for visualization and operational control of the technological process.

The special task of this diploma project is to measure temperature using a thermoelectric converter THK-2088K, the installation drawing of which is shown on sheet 3 of the graphic part of the work.

Keywords: milk formula, infant dry milk formulas, drying chamber, automation system, thermoelectric converter, programmable logic controller, human-machine interface.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

Зміст

Вступ.....	7
1. Опис об'єкта автоматизації	8
1.1. Загальний аналіз виробництва дитячих сухих молочних сумішей.....	8
1.2. Технологічний опис об'єкта автоматизації.....	10
1.3. Розробка завдання на систему автоматизації.....	13
2. Система автоматизації.....	14
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, ВМ та РО..	14
2.2. Схема автоматизації.....	23
2.3. Специфікація на прилади і засоби автоматизації.....	25
3. Проектне компонування ПЛК.....	26
3.1. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до контролера.....	27
3.2. Розширені схеми підключення для окремого контуру.....	30
4. Креслення встановлення технічних засобів.....	32
5. Опис спеціального програмного забезпечення.....	36
6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога.....	38
Висновки.....	43
Список використаних джерел.....	44

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Вступ

В умовах сучасного виробництва дитячих харчових продуктів важливим аспектом є забезпечення високої якості та безпеки продукції, що досягається завдяки автоматизації технологічних процесів.

Виготовлення дитячих сухих молочних сумішей є складним і відповідальним процесом, що вимагає точної та безпомилкової роботи всіх етапів виробництва — від дозування сировини до упаковки готової продукції. У зв'язку з цим, автоматизація процесів виробництва відіграє вирішальну роль у підвищенні ефективності, зниженні витрат, покращенні якості та забезпеченні безперервного контролю за процесом виготовлення.

Метою цієї роботи є розробка системи автоматизації для виробництва дитячих сухих молочних сумішей, що включає проектування автоматизованої технологічної лінії, вибір необхідного обладнання та програмного забезпечення для контролю та управління технологічним процесом.

Розроблена система повинна забезпечити точне дозування інгредієнтів, оптимізацію температурних режимів, контролювання вологості і температури під час сушіння, а також автоматизацію процесу упаковки, що дозволить підвищити якість кінцевої продукції та знизити ризик людських помилок.

Для реалізації даної системи автоматизації буде використано мікропроцесорні контролери та сучасні програмно-апаратні комплекси, що забезпечують зручний інтерфейс для операторів та моніторинг усіх етапів виробничого процесу. Важливим етапом є також інтеграція системи з існуючими промисловими стандартами та вимогами до безпеки продуктів харчування.

Таким чином, розробка системи автоматизації виготовлення дитячих сухих молочних сумішей сприятиме підвищенню ефективності виробництва, зниженню витрат, покращенню якості продукції та забезпеченню її безпеки для кінцевого споживача.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						7
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. Опис об'єкта автоматизації

1.1. Загальний аналіз виробництва дитячих сухих молочних сумішей

Виробництво дитячих сухих молочних сумішей є високоспеціалізованим і технологічно складним процесом, що вимагає забезпечення високих стандартів якості та безпеки.

Саме тому на кожному етапі виробництва здійснюється ретельний контроль якості. Це включає лабораторні дослідження сировини, процесу виробництва, а також готової продукції. Потрібно переконатися, що продукт не містить шкідливих мікроорганізмів, наприклад, сальмонел. Також особливу увагу приділяють складу суміші, щоб вона відповідала всім вимогам до харчування дітей, враховуючи вік, для якого вона призначена (наприклад, суміші для немовлят або старших дітей).

Цей процес має на меті створити продукт, який максимально відповідає потребам малюка і є безпечним для його здоров'я.

Нижче наведена порівняльна таблиця за безпекою та сертифікацією продукції

Таблиця 1.1.

Параметр	Суміш А (Nestlé Nan 1)	Суміш Б (Nutrilon 1)	Суміш В (Humana 1)	Суміш Г (Малюк 1)
Сертифікати якості	ISO 22000, HACCP	ISO 9001, HACCP	FSSC 22000, HACCP	ISO 9001, HACCP
Відсутність ГМО	Так	Так	Так	Так
Відсутність пальмової олії	Так	Ні	Ні	Ні
Органічний продукт	Ні	Ні	Так	Ні
Безпека та контроль	Лабораторні тести, відповідність стандартам	Лабораторні тести, відповідність стандартам	Лабораторні тести, відповідність стандартам	Лабораторні тести, відповідність стандартам

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Крутікова Д.О.			Розробка системи автоматизації виготовлення дитячих сухих молочних сумішей	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірив		Пулена О.М.					8	6
Секретар ЕК		Проскурка Є.С.				ЗАК-5-1		
Зав.каф.		Смітюх Я.В.						

Результати фізико-хімічних досліджень якості сухих молочних сумішей

Таблиця 1.2.

Показники	Зразки, ТМ						
	Вимоги НД	Малютка	Вінні	Хумана	Нутрілон	Хірр	Детолакт
Масова частка вологи, %	Не більше 4	3,6	2,8	2,8	3,8	3,0	3,2
Масова частка жиру, %	Не менше 25,0	27,0	27,3	27,5	26,2	27,3	27,4
Кислотність, °Т	Не більше 15	13,0	12,3	11,7	12,5	12,3	11,2

Порівняльна таблиця за складом і поживними речовинами

Таблиця 1.3.

Параметр	Суміш А (Наприклад, Nestlé Nan 1)	Суміш Б (Наприклад, Nutrilon 1)	Суміш В (Наприклад, Humana 1)	Суміш Г (Наприклад, Малюк 1)
Вміст білка (г/100 мл)	1.6	1.5	1.7	1.4
Вміст жиру (г/100 мл)	3.5	3.8	3.6	3.2
Вітамін D (мкг/100 мл)	1.5	1.8	1.6	1.5
Вітамін А (мкг/100 мл)	50	55	45	50
Кальцій (мг/100 мл)	100	120	110	100
Залізо (мг/100 мл)	0.7	0.8	0.75	0.65
Лактоза (г/100 мл)	7.0	7.2	7.1	7.0
Олія пальмова	Ні	Так	Так	Так
Олія ріпакова	Так	Так	Так	Ні

Органолептична оцінка якості сухих молочних сумішей для дитячого харчування зображена в таблиці 1.4.

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

Таблиця 1.4.

Найменування показників	Вимоги НД	Молочна суміш Малютка	Молочна суміш Вінні	Молочна суміш Хумана	Молочна суміш Нутрілон	Молочна суміш Хіпп	Молочна суміш Детолакт
Колір	Білий з легким жовтуватим відтінком, або чисто білий	Білий з легким жовтуватим відтінком	Білий з легким жовтуватим відтінком	Білий з легким жовтуватим відтінком	Чисто білий	Білий з легким жовтуватим відтінком	Білий з легким жовтуватим відтінком, або чисто білий
Консистенція сухого продукту	Дрібний сухий порошок. Допускається наявність легко розсипних комочків	Неоднорідний, сухий порошок з наявністю значної кількості щільних комочків	Дрібний, сухий порошок з наявністю легко розсипних комочків	Дрібний, сухий порошок, однорідний по всій масі	Дрібний, сухий порошок, з наявністю незначної кількості легко розсипних комочків	Дрібний, однорідний по всій масі сухий порошок	Дрібний, сухий порошок з незначною кількістю легко розсипних комочків
Запах, смак	Чистий, без сторонніх присмаків та запахів	Чисті, без сторонніх присмаків та запахів, характерні для даного продукту	Чисті, без сторонніх присмаків та запахів, характерні для даного продукту	Чисті, без сторонніх присмаків та запахів, характерні для даного продукту	Чисті, без сторонніх присмаків та запахів, характерні для даного продукту	Чисті, без сторонніх присмаків та запахів, характерні для даного продукту	Чисті, без сторонніх присмаків та запахів, характерні для даного продукту

1.2. Технологічний опис об'єкта автоматизації

Одним з найважливіших етапів є вибір і підготовка сировини для виробництва. Якість молока, з якого виготовляються суміші, безпосередньо впливає на кінцевий продукт. Зазвичай використовується коров'яче молоко, яке обробляється для зниження кількості патогенних мікроорганізмів. Молоко повинно бути високої якості, без домішок, з правильним співвідношенням жирів і білків, щоб суміш була збалансованою для дитячого організму.

Додатково до молока можуть використовуватися інші компоненти, такі як рослинні олії (пальмова, соняшникова, рапсова), які мають на меті забезпечити правильне співвідношення жирних кислот, а також додаткові компоненти (вітаміни, мінерали, пробіотики), необхідні для нормального розвитку дитини.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Процес сушки молочної суміші є ключовим етапом у виробництві дитячих молочних сумішей. Завдяки цьому етапу молочна рідина перетворюється на порошок, що зберігає всі корисні властивості продукту, забезпечуючи тривалий термін зберігання і зручність транспортування. Основним методом сушки молочної суміші є спреєва сушка (або розпилювальна сушка), але існують і інші варіанти.

Основні кроки технології виробництва.

1. Попереднє випарювання

Перед тим, як молоко потрапить у сушильну установку, його попередньо концентрують. Це досягається за допомогою випаровувачів, де молоко піддається обробці на високих температурах для видалення частини води. Такий процес дозволяє зменшити обсяг молока і підготувати його до подальшої сушки. Це також допомагає зменшити енергетичні витрати в процесі сушки.

2. Спреєва сушка

Основним методом сушки молочної суміші є спреєва сушка, що є ефективним способом перетворення молочної рідини в порошок.

Розпилення мока: Концентроване молоко розпилюється в повітрі за допомогою спеціальних розпилювачів, які перетворюють його в мікроскопічні краплі. Розпилення може відбуватися в спеціальних камерах, що дозволяють створити необхідний потік теплого повітря.

Сушка: Молоко, яке знаходиться у вигляді маленьких крапель, стикається з гарячим повітрям (зазвичай температура повітря досягає 160-200°C). Через короткий час (десятки секунд) вода випаровується, і молоко перетворюється на порошок. Процес сушки займає дуже мало часу, що дозволяє зберегти вітаміни та інші корисні компоненти молока, які руйнуються при довготривалій термічній обробці.

3. Охолодження та класифікація

Після сушки молочний порошок охолоджується, щоб запобігти його злежуванню. Потім він проходить через класифікатор, де за допомогою спеціальних фільтрів або сит порошок поділяється за розмірами частинок. Це важливо для забезпечення рівномірної консистенції продукту.

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

4. Гомогенізація

Перед упаковкою порошок може бути гомогенізований для забезпечення рівномірного розподілу компонентів (жирів, білків тощо) в складі. Це дозволяє уникнути утворення грудочок під час розчинення порошку у воді.

5. Упаковка

Готовий молочний порошок упаковується в герметичні коробки для захисту від вологи, кисню та забруднень. Це дозволяє зберігати продукт протягом тривалого часу при правильних умовах зберігання.

Переваги спреєвої сушки

Швидкість. Завдяки швидкому процесу сушки зберігається більшість корисних властивостей молока, зокрема білки, вітаміни та мінерали.

Ефективність. Завдяки високій температурі й швидкому випаровуванню води, можна отримати порошок за дуже короткий час.

Консистенція продукту. Розпилювання дозволяє отримати порошок із однорідною консистенцією, що легко розчиняється у воді.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

1.3. Розробка завдання на систему автоматизації

Таблиця 1.5.

№ п/п	Машина, агрегат, апарат	Пар-р, місце відбору імпульсу	Значення пар-ру, допуск відхилення	Система автоматизації		
				Вид системи автом-ції	Характер контролю, регулювання упр-ня	Додаткові вимоги до системи
1	2	3	4	5	6	7
1	Трубопровід молочної суміші	Витрата	50 м ³ /год	Рег-ня	Запис Стабілізація	Дія на клапан подачі молочної суміші в збірник
2		Тем-ра	60-75 °С	Контроль	Покази, запис	Світлова сигналізація
3	Збірник молочної суміші	Рівень	0-100 %	Рег-ня	Запис Стабілізація	Дія на клапан подачі молочної суміші в сушарну камеру
4	Трубопровід молочної суміші	Витрата	30 м ³ /год	Рег-ня	Запис Стабілізація	Дія на клапан подачі молочної суміші в сушарну камеру
5	Трубопровід подачі гарячого повітря	Тем-ра	160-200 °С	Контроль	Покази, запис	Світлова сигналізація
6	Трубопровід подачі холодного повітря	Тем-ра	-15-0 °С	Контроль	Покази, запис	Світлова сигналізація
7	Трубопровід подачі теплого повітря	Тем-ра	140-160 °С	Рег-ня	Запис Стабілізація	Дія на клапани подачі гарячого та холодного повітря
8	Сушарна камера	Тем-ра	130-150 °С	Контроль	Покази, запис	Світлова сигналізація
9		Вологість	1,5-5%	Рег-ня	Запис Стабілізація	Дія на клапан подачі теплого повітря в сушарну камеру
10	Насос подачі дитячої сухої молочної суміші	Частота оберт.	0,7-0,8 об./хв	Рег-ня	Запис	Ручний/Дистанційний режим роботи
11	Електропривід насосів подачі основного потоку	Стан	-	Управ-ня	Ручне та дистанційне сигналізація	Пуск, зупинка світлова
12	Електропривід мішалки в сушарній камері	Стан	-	Управ-ня	Ручне та дистанційне сигналізація	Пуск, зупинка світлова

Кваліфікаційна робота

Арк.

13

Розділ 2. Система автоматизації

2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, ВМ та РО

Ринок дитячих сухих молочних сумішей є достатньо конкурентним. Великими гравцями є міжнародні компанії, такі як Nestlé, Danone, Mead Johnson, Abbott, які мають значні виробничі потужності та широкі канали збуту. Однак зростаюча увага до здоров'я та безпеки дітей стимулює появу нових брендів, які намагаються запропонувати продукти з більш високим вмістом органічних складових або інноваційними компонентами, такими як пробіотики або омега-3 жирні кислоти.

Конкуренція на цьому ринку також пов'язана з ціною та інноваціями в продукції. З одного боку, деякі компанії прагнуть здешевити процес виробництва, а з іншого — виробники, що працюють на ринках з високими вимогами до якості, використовують передові технології та забезпечують додаткові сертифікації, наприклад, органічні або безглютенові продукти.

Задачі, які має вирішити впроваджена АСУТП дитячих сухих молочних сумішей полягає:

- **Покращити якість продукції.** Система контролюватиме всі етапи виробничого процесу в реальному часі, що допомагає зменшити людський фактор і забезпечити стабільну якість продукції. Точний контроль за температурою, вологістю, пропорціями інгредієнтів гарантує відповідність стандартам безпеки та якості.

- **Зменшити витрати.** Автоматизація оптимізує використання сировини та енергоресурсів, що знизить витрати на виробництво, відслідковує запаси матеріалів та попереджає їх дефіцит / надлишок, що знижує економічні втрати.

- **Підвищити ефективність виробництва.** Розроблена АСУ мінімізує час на налаштування обладнання, зменшить кількість помилок у процесі і

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Крутікова Д.О.			Розробка системи автоматизації виготовлення дитячих сухих молочних сумішей	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірив		Пупена О.М.					14	12
Секретар ЕК		Проскурка С.С.				ЗАК-5-1		
Зав.каф.		Смітюх Я.В.						

забезпечить безперервність роботи відділення, зменшить простой.

- **Покращити безпеку.** Виявлятиме порушення технологічних параметрів, що дає змогу уникнути небезпечних ситуацій і забезпечити високий рівень безпеки для працівників та споживачів продукції.

- **Гнучкість і адаптація до змін.** З впровадженням АСУТП підприємство швидко адаптуватиметься до змін у технологічному процесі, запроваджуючи нові рецептури або змінювати обсяги виробництва.

Реалізація системи включає наступні технічні засоби автоматизації.

Термоперетворювач ТХК-2088К (див. Рис.2.1.) призначений для вимірювання температури газоподібних і рідких хімічно неагресивних середовищ, а також агресивних середовищ, які не руйнують матеріал захисної арматури. Забезпечують безперервне перетворення температури в уніфікований вихідний сигнал від 4 до 20 мА.



Рис.2.1 – Термоперетворювач ТХК-2088К

Датчик складається з первинного термоперетворювача (аналогічний по конструкції термоперетворювачів типу ТХК-2088К) і вимірювального перетворювача, який монтується в головку типу АГ термоперетворювача.

Для монтажу ТХК-2088К необхідно встановити термоперетворювач за місцем, відвернути верхні гайки і зняти вимірювальний перетворювач. Під'єднати дроти зовнішнього кабелю живлення до відповідних клем і закріпити однією гайкою

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

та встановити вимірювальний перетворювач в головку термоперетворювачі закріпити його гайками. Способи монтажу датчика, зображені на Рисюнку 2.2.

Технічні характеристики термоперетворювача ТХК-2088К

Таблиця 2.1.

діапазон вимірювань, °С	0 до +600
споживана потужність, Вт	не більше 0. 8
вхідний сигнал, мА	4 ..20
клас	1
кількість робочих спаїв	1 або 2
показник теплової інерції, с	50
умовний тиск вимірюваного середовища P _y , МПа	0,4
матеріал головки	водозахищеного виконання

Точність вимірювань температури частково залежить від правильної установки. Є дві основні вимоги, про які слід пам'ятати:

- а) Необхідно забезпечити правильний контакт між поверхнею, що вимірюється і термометромопору
- б) У точці вимірювання не повинно бути підведення або відведення тепла.

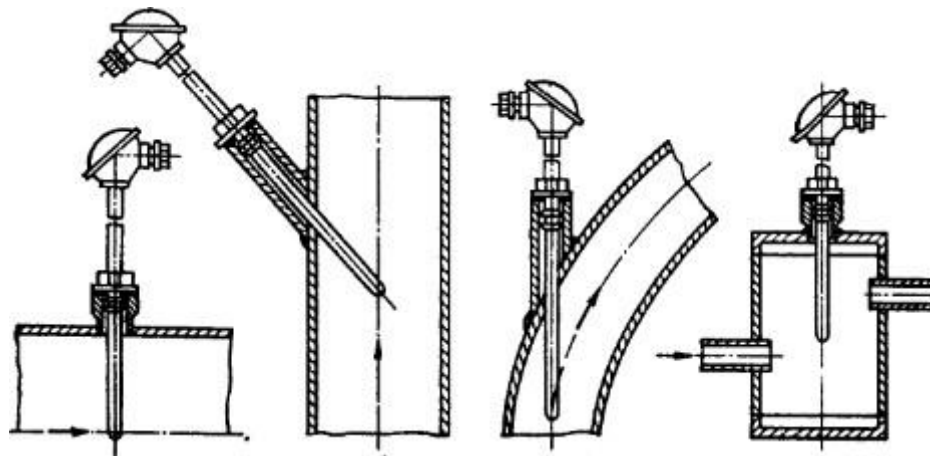


Рис.2.2 – Спосіб монтажу датчика температури

Електромагнітний витратомір OPTIFLUX 7300 (див. Рис. 2.3) являє собою прилад для вимірювання витрати рідини з дуже низькою провідністю ($\geq 0,05$ мкСм/см). Високотехнологічний витратомір особливо підходить для застосувань

з високов'язкими і маслянистими середовищами, схильними до утворення ізолюючої плівки. Він також є оптимальним вибором для застосувань з наявністю високого рівня вібрації і шуму, а також для вимірювання витрати окислюючих, абразивних або токсичних хімічних речовин. Герметична, стійка до вакуумним і температурних навантажень вимірювальна труба з кераміки відповідає вимогам харчової галузі промисловості (FDA, EC1934 / 2004).



Рис.2.3 – Електромагнітний витратомір OPTIFLUX 7300

Відмінні риси приладу:

- широкий динамічний діапазон вимірювання витрати в обох напрямках;
- висока хімічна стійкість: призначений для агресивних, токсичних і абразивних середовищ;
- стабільні вимірювання в застосуваннях з високим рівнем перешкод, відсутність ізоляції електродів;
- матеріал первинного перетворювача з 100% антидифузійної кераміки;
- чудова довготривала стабільність і точність вимірювань;
- всебічна діагностика вимірювального пристрою і технологічного процесу (включаючи NE 107);
- фланцеве або сендвіч-виконання;

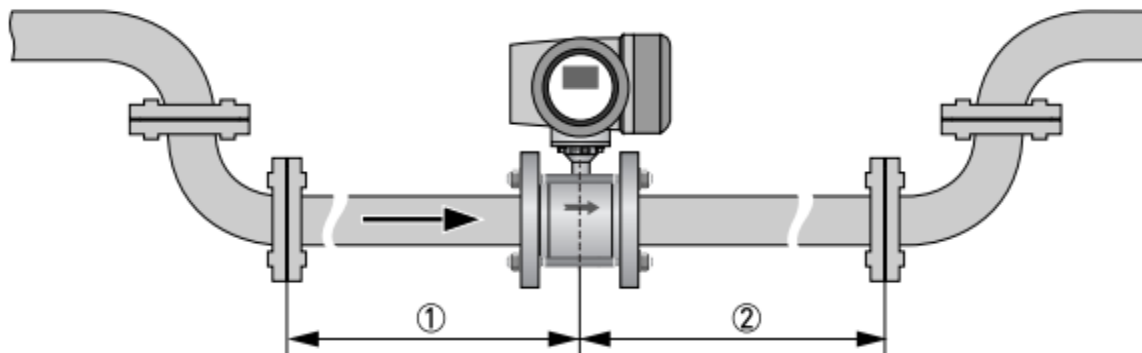
					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

- опціонально доступна дуже міцна фланцева конструкція для роботи в умовах сильної вібрації;
- підходить для використання в гігієнічних процесах (відповідає вимогами FDA, EC1935 / 2004; сертифікований EHEDG);
- конструкція з повнопрохідним перетином труби: відсутність рухомих частин, зносу і втрат тиску;
- перевірка витратоміра за місцем експлуатації за допомогою діагностичного пристрою Opticheck.

Типові застосування електромагнітного витратоміру OPTIFLUX 7300:

- для середовищ з дуже низькою провідністю ($\geq 0,05$ мкСм / см) в застосуваннях з підвищеними вимогами;
- токсичні, агресивні і абразивні середовища з вмістом твердих включень до 70%;
- економічно ефективна альтернатива для застосувань, в яких використовуються ультразвукові та коріолісову масові витратоміри.

Установка



*Рис.2.4 – Прямі ділянки трубопроводу до та після приладу
(довжини прямих ділянок на вході та виході приладу $1 \geq 5 DN, 2 \geq 2 DN$)*

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

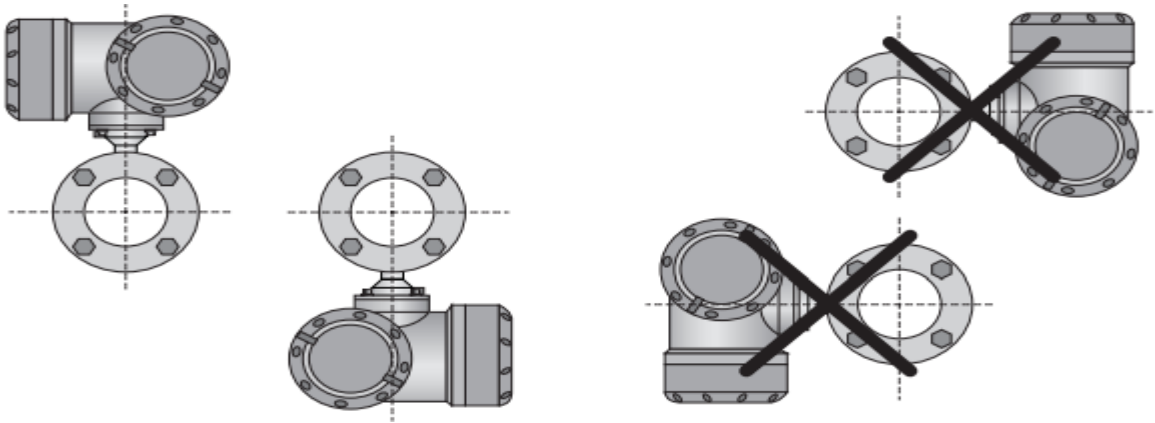


Рис.2.5 – Монтажне положення приладу

Суворо заборонено наявність вібрації, зовнішніх магнітних полів, встановлення насосу після витратоміра, установка в місцях вигнутих участків трубопроводів

Комплект 90.7037/3 від компанії JUMO для вимірювання вологості, утворений із іскробезпечного зонду для невеликих приміщень та вторинного передавача.

Використовують для моніторингу вологості у вибухонебезпечних зонах (Ex) в харчовій, фармацевтичній та нафтохімічній промисловості. Корпус з РК-дисплеєм і панеллю оператора, зонд зі змінними технологічними з'єднаннями і довжиною кабелю 2, 5 або 10 м. Вихід 4-20 мА.



Рис.2.6 – Іскробезпечний промисловий датчик вологості 90.7037/3

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

Характеристика	Значення
Діапазон вимірювання вологості	0–100 % RH
Діапазон вимірювання температури	-70 °С до +180 °С (залежно від модифікації)
Точність вимірювання вологості	±2 % RH при 23 °С
Точність вимірювання температури	±0,2 °С при 23 °С
Вихідні сигнали	Аналогові (4–20 мА) або цифрові (Modbus RTU)
Живлення	24В постійного струму
Клас захисту	IP65
Сертифікація	ATEX (для використання в зоні 0/20)
Дисплей	ПК-дисплей (для відображення та налаштування)
Підключення до ПК	Є можливість підключення



Рис.2.7 – Зонд для невеликих приміщень

Ємнісний рівнемір Vegacal-62 (див. Рис.2.8.) призначений для безперервного вимірювання рівня в будь-яких галузях промисловості у даній системі автоматизації використаний у якості сигналізатора рівня.

Частково ізольований зонд Vegacal-62 може застосовуватися на сипучих продуктах, а також на непровідних рідинах, наприклад густих молочних сумішах.



Рис.2.8 – Зовнішній вигляд Vegascal-62

Особливості:

- Міцність і експлуатація без обслуговування;
- Висока функціональна надійність;
- Простота монтажу та початкової установки;
- Вимірювання по всій довжині зонда вкорочують зонд;

Технічні дані

Таблиця 2.3.

Виконання	частково ізольований стрижень
Діапазон вимірювання, м	до 6
Приєднання	різьба від G $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$ NPT, фланці від DN 25, 1
Температура процесу, ° С	-50 . . . +200
Тиск процесу	1 . . +64 бар (-100 . . +6400 кПа)

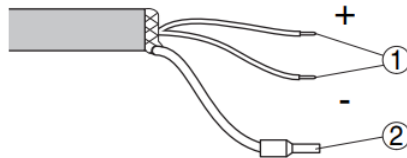
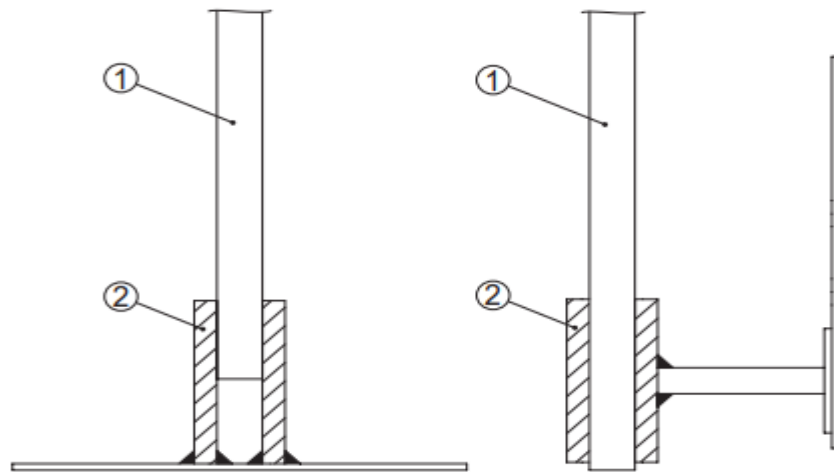


Рис.2.9 – Підключення Vegascal-62

Під час роботи вимірювальний зонд не повинен торкатися внутрішніх конструкцій чи стінки ємності (див. Рис.2.10). Крім того, виміряне значення

може змінюватися, якщо відстань від стінки значно коливається. Тому рекомендується ізолююче закріплення кінця зонда.



*Рис.2.10 – Фіксація вимірювального зонду
(1 - вимірювальний зонд, 2 - пластикова муфта)*

На ємностях із конічним днищем датчик рекомендується монтувати по центру ємності, щоб вимірювання було можливо до дна ємності.

Монтаж пристрою в зоні струменя заповнення може призвести до небажаних помилок виміру. Тому рекомендується монтувати пристрій на такому місці в ємності, де не буде перешкод від заливних отворів, мішалок (див. Рис. 2.11). Ця рекомендація діє, перш за все, для датчиків з довгим електродом.

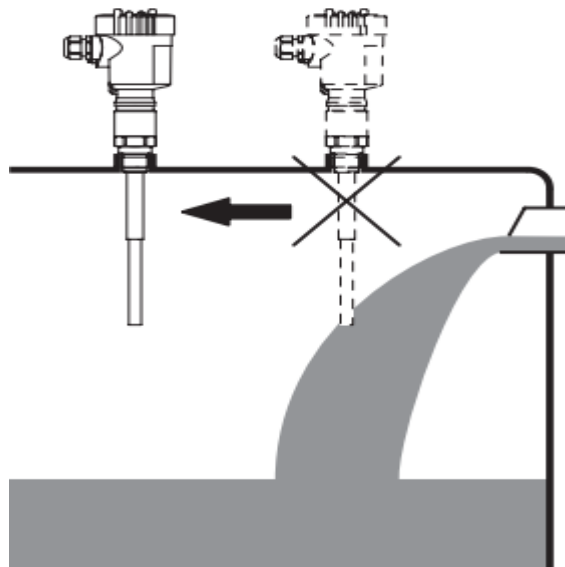


Рис.2.11 – Продукт, що заливають

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Перетворювач частоти Mitsubishi серії FR-D720 (див. Рис.2.12), являє собою багатофункціональний сучасний контролер для управління роботою асинхронних електродвигунів Рисої і середньої потужності



Рис.2.12 – Частотний перетворювач Mitsubishi серії FR-D720

Таблиця 2.4.

Тип	перетворювач частоти і числа фаз
Вид фазові	на змінному струмі
Сфера застосування	для електродвигунів
Спосіб управління	керовані
Тип схем	трифазні
Напруга на вході	220 В
Потужність	1,5 кВт
Струм	7 А
Температура навкол.серед-ща	-10°C до + 50°C
Температура зберігання	20°C до + 65°C
Допустима відносна вологість повітря	макс. 90% (без конденсату)
Висота над рівнем моря	макс. 1 км над рівнем моря
Клас захисту	IP20

2.2. Схема автоматизації

Регулювання витрати молочної суміші відбуваються за допомогою електромагнітних витратомірів OPTIFLUX 7300 (1а, 4а), від них вхідні аналогові сигнали надходять до ПЛК. З ПЛК сигнал йде через електропневмоперетворювач TRP-8 (1б, 4б) на пневматичний привод SRN-101

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

(1в, 4в), який відкриває чи закриває клапани подачі молочної суміші до збірника та сушарної камери.

Контроль та регулювання температури по всьому технологічному процесу проводиться термоперетворювачем ТХК-2088К (2а, 5а, 6а, 7а, 8а), вимірний сигнал з даного перетворювача надходить на нормуючий вторинний перетворювач НРТ-1 (2б, 5б, 6б, 7б, 8б), з нього сигнал вже надходить до аналогового модуля ПЛК. На ПК, де відбувається індикація, реєстрація та сигналізація даного технологічного параметру.

Регулювання рівня в збірнику молочної суміші проводиться ємнісним рівнеміром Vegascal-62 (3а) з якого уніфікований сигнал 4-20 мА надходить до аналогового вхідного модуля ПЛК. Потім через електропневмоперетворювач TRP-8 (3б) надходить на пневматичний привод SRN-101 (3в), який відкриває чи закриває клапан зливу зі збірника.

Регулювання вологості в сушарній камері виконано комплектом 90.7037/3 JUMO, утворений із іскробезпечного зонду для невеликих приміщень та вторинного передавача (9а). Уніфікований сигнал 4-20 мА надходить до аналогового вхідного модуля ПЛК. Потім через електропневмоперетворювач TRP-8 (9б) надходить на пневматичний привод SRN-101 (9в), який відкриває чи закриває клапан подачі теплого повітря.

Електродвигун розпилювача та насоса подачі молочної суміші приводять в дію за допомогою магнітних пускателів (KM1, KM2) та кнопчних станцій (SA1, SA2), яка переключає з ручного на автоматичний режим роботи двигуна.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

2.3. Специфікація засобів автоматизації

Таблиця 2.5.

№ п/п	№ позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	К-ть	Примітка
1	2	3	4	6	7
1	1а, 1б 4а, 4б	Електромагнітний витратомір, тем-ра сер-ща -40..+100° С, напруга живл. 24VDC, вихід 4-20мА	Optiflux 7300	2	Krohne
2	2а, 5а, 6а, 7а, 8а	Термоперетворювач, діапазон вимірювань 0 .. +600°С, вихід 4.. 20 мА, напруга живлення 24VDC	ТХК-2088 К	5	ТЕРА
3	2б, 5б, 6б, 7б, 8б	Універсальний нормуючий перетворювач сигналів від темопари та/або термометрів опору в 0(4) – 20мА. Кліматичне виконання -40...+85 °С	НПТ-1	5	Овен
4	3а, 3б	Рівнемір, температура процесу -50 .. +200 ° С, тиск процесу: -1 . . . +64 бар, діапазон вимірювання: до 6 м, напруга живлення 24VDC, вихід 4-20мА	Vegacal-62	1	VEGA
5	10а	Частотний перетворювач, потужність 1,5 кВт, напруга живлення 380В.	Mitsubishi FR-D720	1	Mitsu- bishi
6	1в, 3в, 4в, 7в, 7д, 9в	Електропневмо перетворювач. МініРисьний тиск 2,5 бар. Мах U = 250 В.	TRP-8	6	Camozzi
7	1г, 3г, 4г, 7г, 7е, 9г	Пневматичний привод з пневматичним аналоговим вхідним сигналом	SRN-101	6	Camozzi
8	КМ1, КМ2	Контактор 18А 220В/АС3 1(НВ).	КМІ-11810	2	УЕК

Розділ 3. Проектне компонування ПЛК

АСУ виготовлення дитячих сухих молочних сумішей базується на контролері та людино-машинному інтерфейсі ЛМІ оператора.

Контролер в роботі M_340 від Шнайдер тому в застосунку Unity_Pro компонуємо модулі згідно таблиці 3.1.

Сигнал	Кількість
Дискретні виходи	3
Аналогові входи	9
Аналогові виходи	7

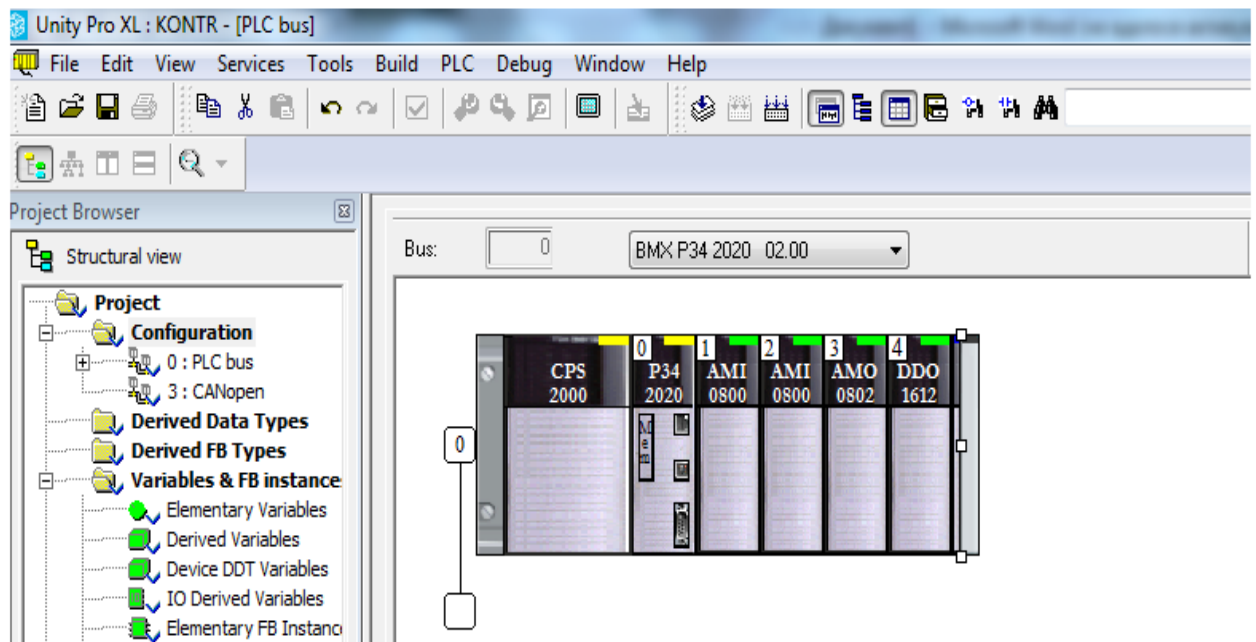


Рис.3.1 – Компонування контролера Modicon M_340

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Крутікова Д.О.			Розробка системи автоматизації виготовлення дитячих сухих молочних сумішей	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірив		Пупена О.М.					26	5
Секретар ЕК		Проскурка Є.С.				НУХТ ЗАК-5-1		
Зав.каф.		Смітюх Я.В.						

Специфікація контролера

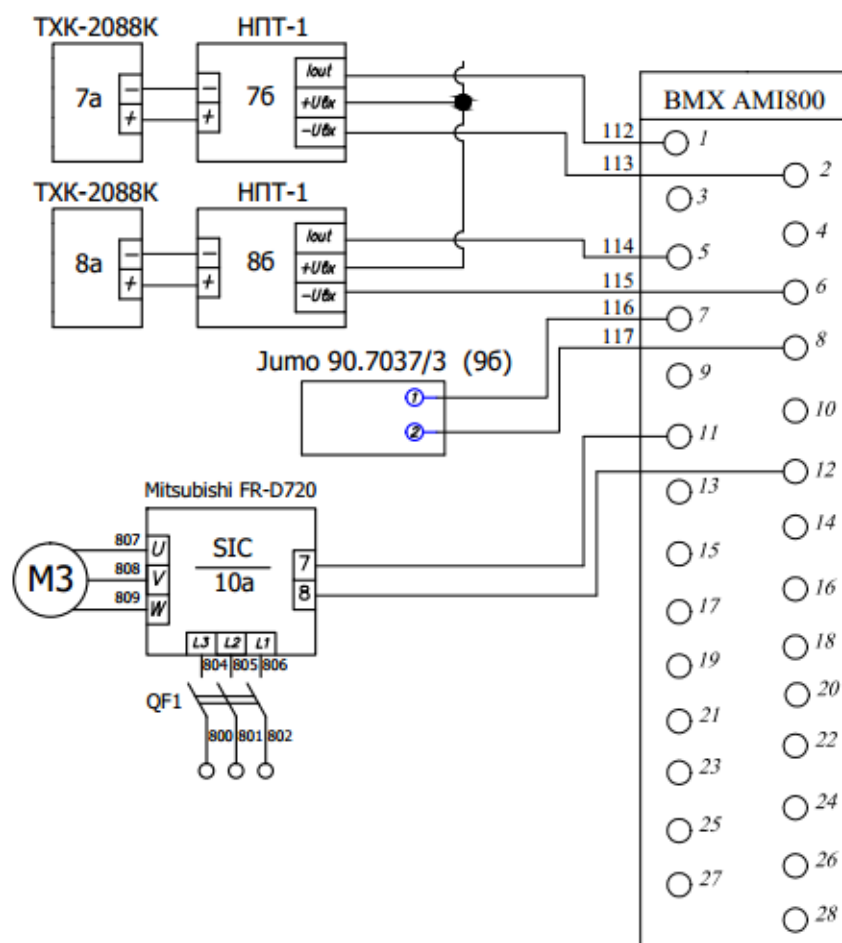
Таблиця 3.1.

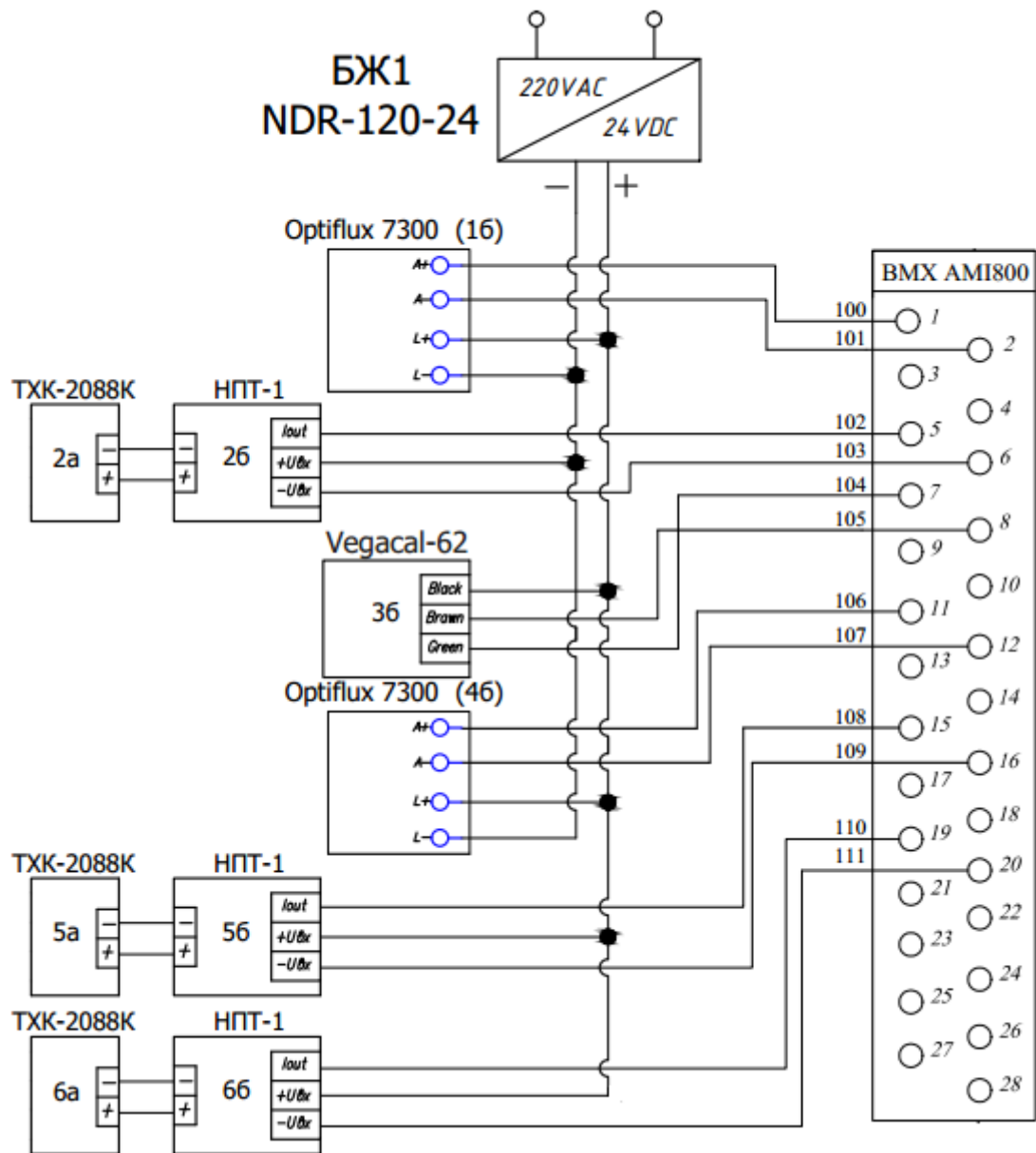
Артикул	Найменування	Кількість, шт
1	2	3
BMX CPS 2000	Модуль живлення 100...240VAC, 20 Вт	1
BMX P34 2010	Процесорний модуль	1
BMX AMI 0800	8 каналний аналоговий вхідний модуль	2
BMX AMO 0802	8 каналний аналоговий вихідний модуль	1
BMX DDO 1612	16 каналний дискретний вихідний модуль	1

3.1. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

Принципова електрична схема наведена на аркуші №2 графічної частини роботи.

Підключення датчиків до вх. аналогового модуля BMX AMI800





Зліва зображені датчики температури, витрати, рівня, вологості, які підключені проводом ПВЗ до вхідних аналогових модулів контролера.

Вправій частині схеми реалізовано вихідні аналогові сигнали з аналогового вихідних модуля ВМХ АМО 0802 ПЛК на пневматичні виконавчі механізми дивись Рис. 3.4.

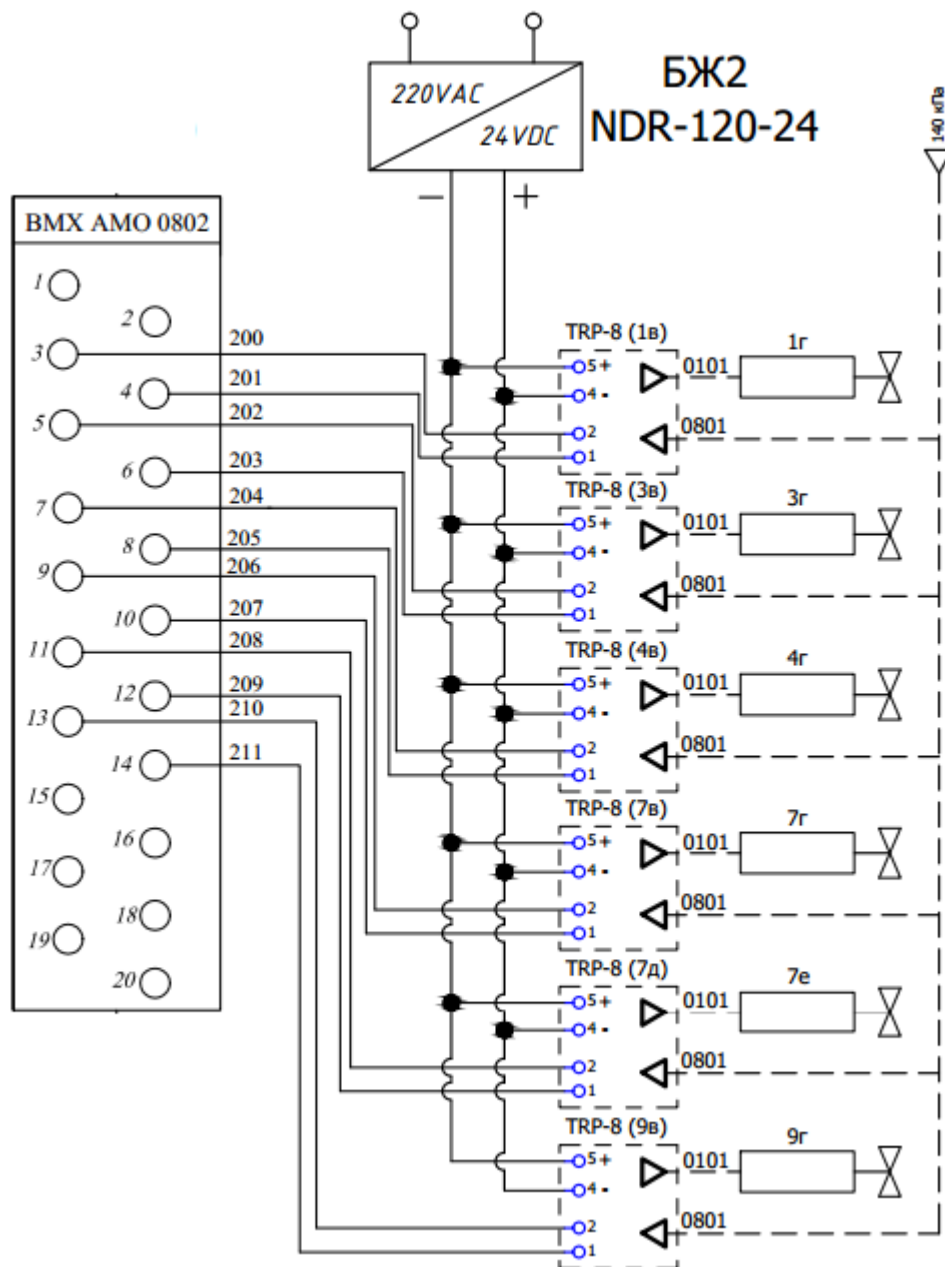


Рис.3.4 – Підключення до вих. аналогового модуля BMX AMO 0802

На Рис.3.5. дискретні виходи для реалізації дистанційного управління електродвигунами насосів подачі сировини.

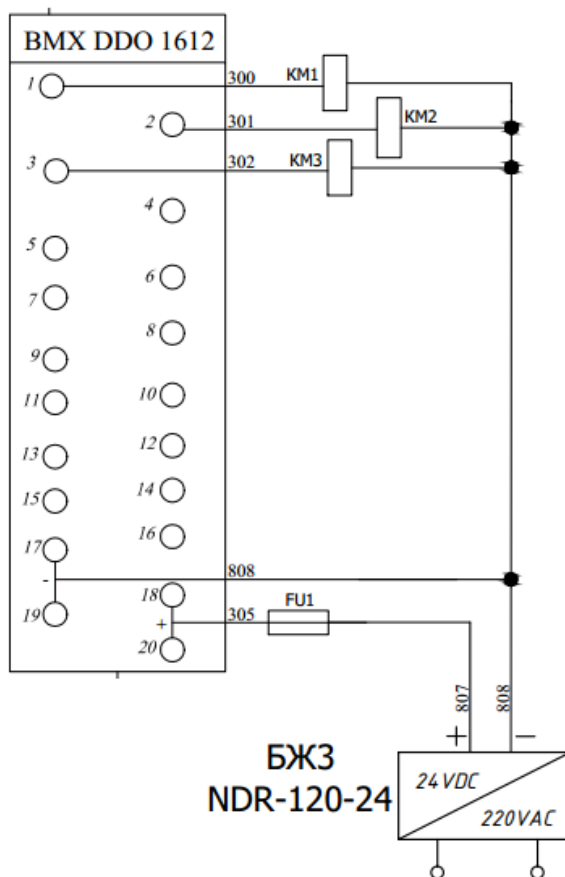


Рис.3.5 - Підключення до вихідного дискретного модуля BMX DDO1612

3.2. Розширені схеми підключення для окремого контуру

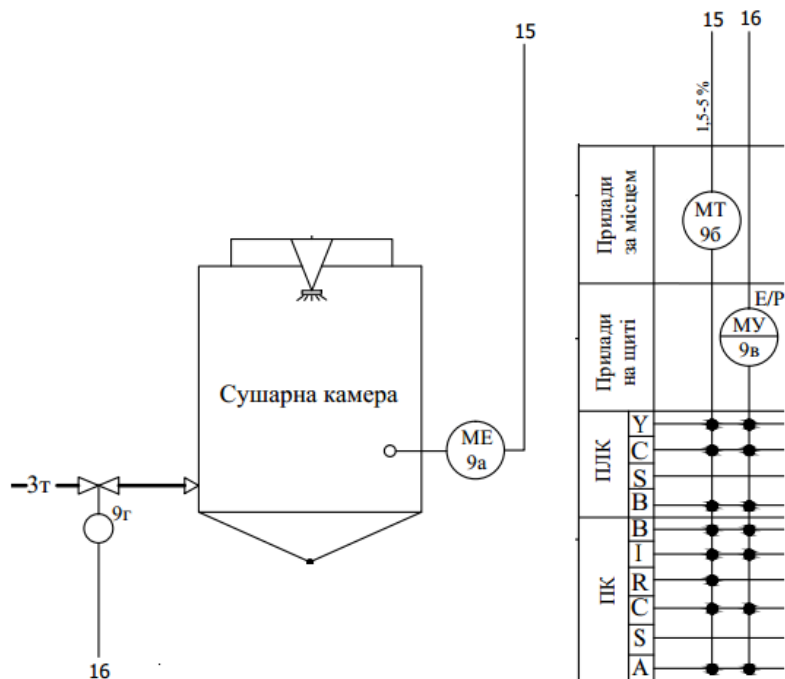


Рис.3.6 – Контур регулювання вологості в сушарній камері

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

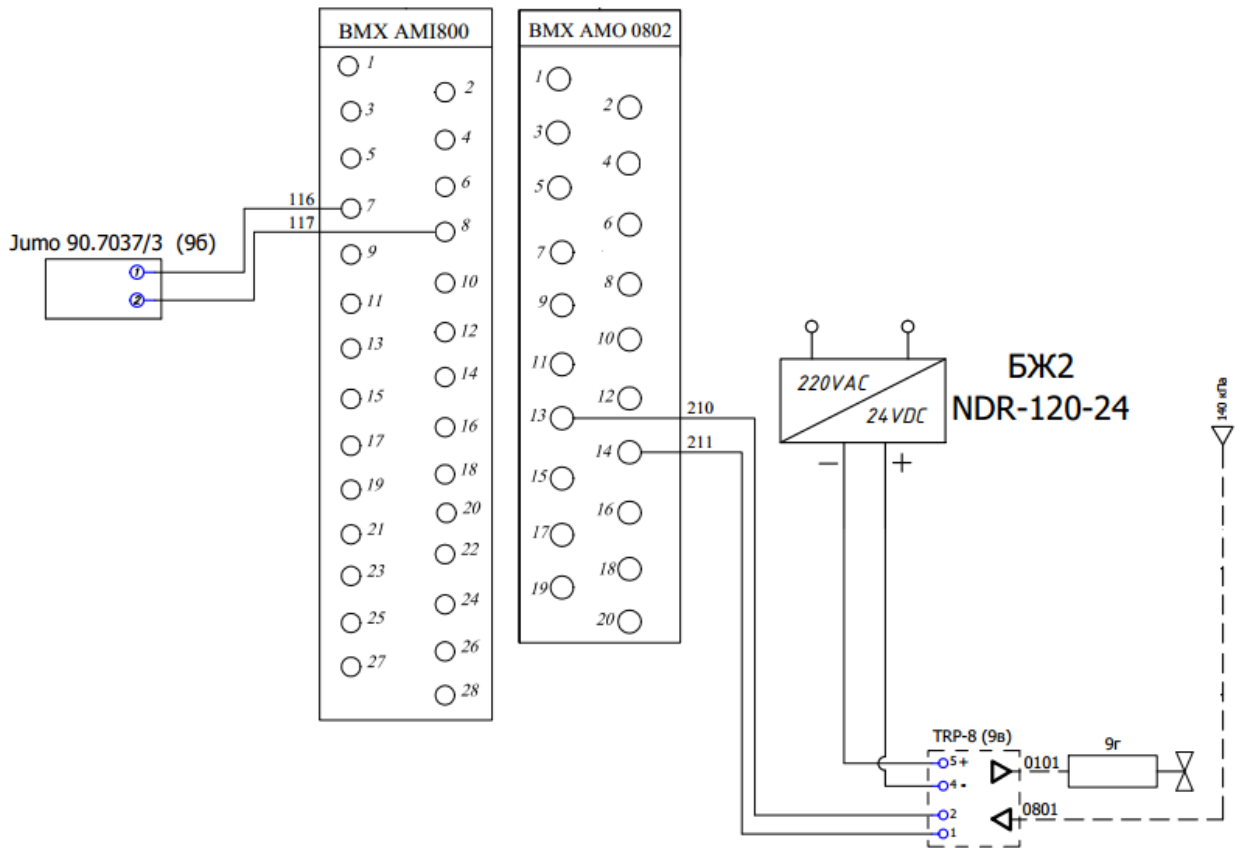


Рис.3.7 – Підключення до ПЛК контуру регулювання вологості

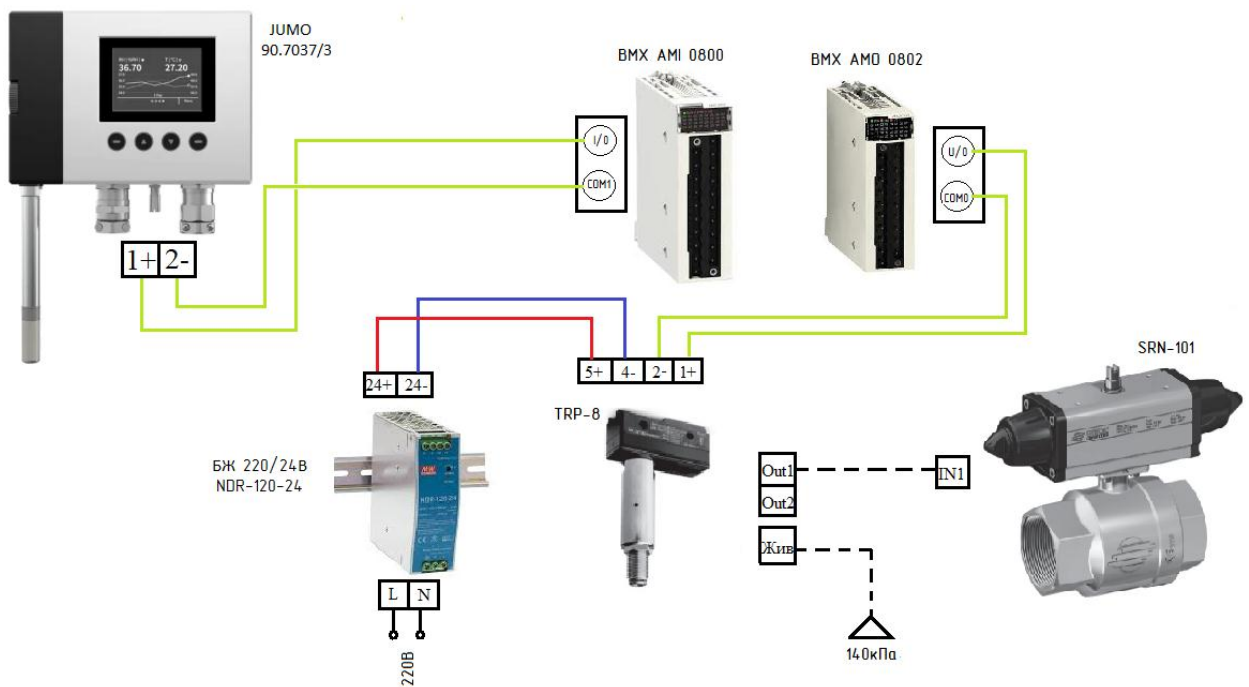


Рис.3.8 – Розширена схема підключення контуру регулювання вологості

Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу

Термоелектричний перетворювач ТХА/К-2088 призначені для вимірювання температури газоподібних і рідких хімічно неагресивних середовищ, а також агресивних середовищ, які не руйнують матеріал захисної арматури.

ТХА/К-2088 складається з пластикового корпусу, до якого з одного боку підходить кабель живлення, а з іншого встановлюється довга металева трубка. Захисна арматура пристрою виконується зі сталі, а термоелемент із хромель-капелевого сплаву. Конструкція є вібростійкою та відповідає ступеню захисту від пилу та вологи IP54.



Рис.4.1 – Загальний вигляд ТХА/К-2088

Принцип роботи

Принцип дії термоелектричних термометрів (термопар) ґрунтується на ефекті виникнення електричного струму в замкнутому колі, який складається із різнорідних провідників А і В (їх ще називають термоелектродами, рис.4.2.), при умові, що місця їхніх з'єднань (вони називаються спаями) мають різну температуру.

Ефект пояснюється тим, що виникнення струму пов'язане з вільними електронами в металах, які переміщуються з металу, де їх концентрація більша, в метал, у якого концентрація електронів менша, і з виникненням

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
					Розробка системи автоматизації виготовлення дитячих сухих молочних сумішей	Літ.	Арк.	Акрушів
Розробив		Крутікова Д.О.					32	4
Перевірив		Пупена О.М.				ЗАК-5-1		
Секретар ЕК		Проскурка Є.С.						
Зав.каф.		Смітюх Я.В.						

ЕРС Пельтьє (її ще називають контактною різницею потенціалів) у місці спаю. Відповідно до закону Кіргофа, в ізотермічному (з постійною температурою) замкненому колі, складеному із різних провідників, сума ЕРС Пельтьє дорівнює нулю. Якщо ж з'являється різниця температур між спаями, то в такому колі протікає термоелектричний струм (ефект Зеебека). А якщо навпаки до такого кола ззовні підвести постійний струм, то один із спайів буде нагріватися, а другий охолоджуватись - залежно від напрямку проходження струму (ефект Пельтьє, який використовується в холодильній техніці).

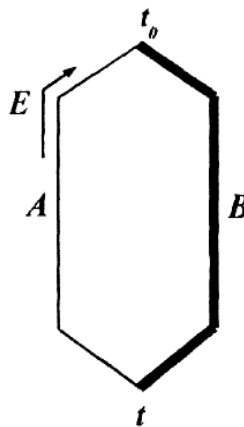


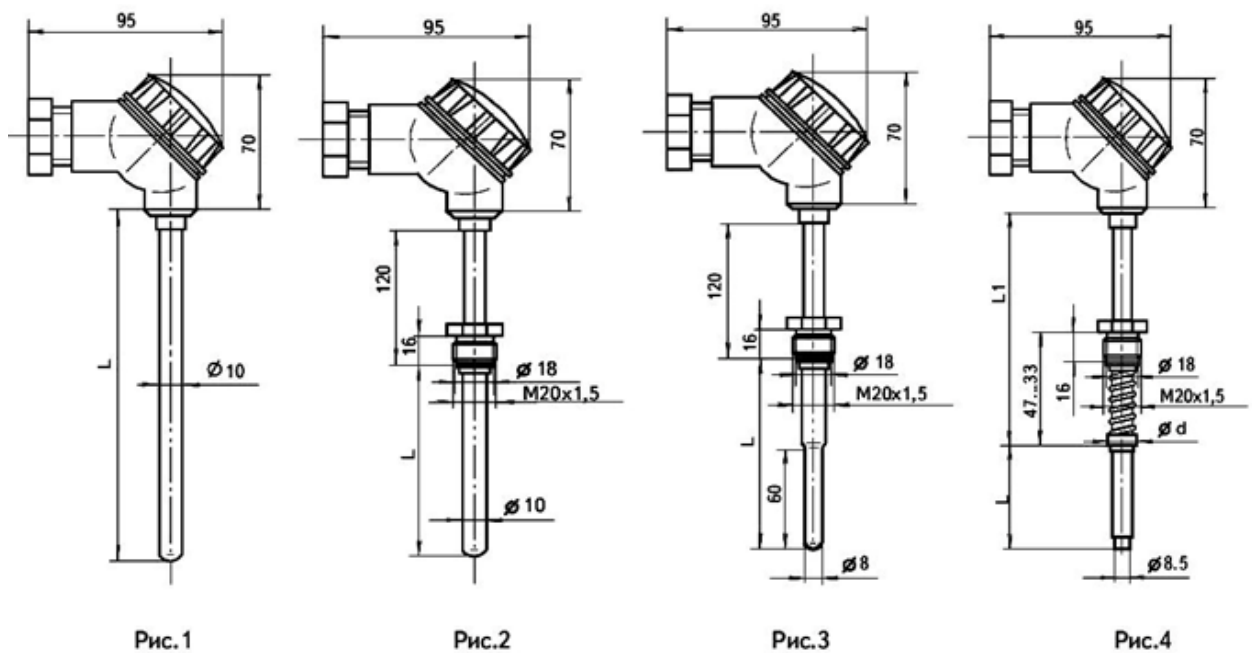
Рис.4.2 – Пояснення роботи термопар

Позначення: термопар - ТХК , а характеристики градуювання – ХК. Хромель – копелєві. Хромель - сплав хрому та нікелю (8÷10 % Cr, а залишок - Ni). Копель – сплав міді (Cu є основа – 56%) та Ni (43%) + Mn (0,5% - марганцю). Діапазон вимірювання: від -200°С до +600°С. ТХК розвивають найбільшу ТЕРС – 7мВ на кожні 100°С.

Прилад комплектується перетворювачем ТХА/К із термоелементами, захисною гільзою, пересувним штуцером, електропроводами, інструкцією по експлуатації.

Варіанти виконання див. рис.4.3. та відповідне пояснення в таблиці 4.1.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		33



Таблиця 4.1.

Тип термоперетворювача	Робочий діапазон вимірюваних температур, °C	Матеріал захисної арматури (сталь)
ТХА-2088 Мал. 1, 2, 3	від -40 до +900	08X20H14C2
ТХА/К-2088 рис. 1, 2, 3, рис.4 L > 40 мм	від -40 до +600	08X13, 12X18H10T(08X18H10T)
ТХА/К-2088 рис. 4 L < 40 мм	від -40 до +400	08X13, 12X18H10T(08X18H10T)
ТХА-2088 рис.2	від -40 до +400	10X17H13M2T
Термоперетворювачі можуть комплектуватися:		
рис.1 на Ру = 0,4 МПа рис.2 на Ру = 25 МПа рис.3 на Ру = 50 МПа	штуцером пересувним 5Ц4.473.002 гільзою захисною 5Ц4.819.015 гільзою захисною 5Ц4.819.016	

Рекомендації по монтажу

Захист від механічних пошкоджень: У разі потреби термопара має бути встановлена в місце, де мінімальна ймовірність механічних пошкоджень. Наприклад, в місцях з високою вібрацією або в разі ймовірності ударів, використовуйте додаткові захисні елементи (кожухи або кріплення).

Встановлення в неагресивне середовище: Якщо термопара встановлюється в умовах агресивного середовища (наприклад, хімічні реакції, висока вологість або температури вище дозволених), її можна закріпити в додатковому захисному корпусі. В залежності від умов, можна

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

вибрати корпус із нержавіючої сталі або іншого матеріалу, стійкого до корозії.

Температурні градієнти: При монтажі термопари враховуйте температурні перепади в середовищі. Термопара повинна бути виведена таким чином, щоб забезпечити точне вимірювання температури на потрібному рівні. Важливо уникати контактів з поверхнями, що можуть створювати нехарактерні температурні градієнти.

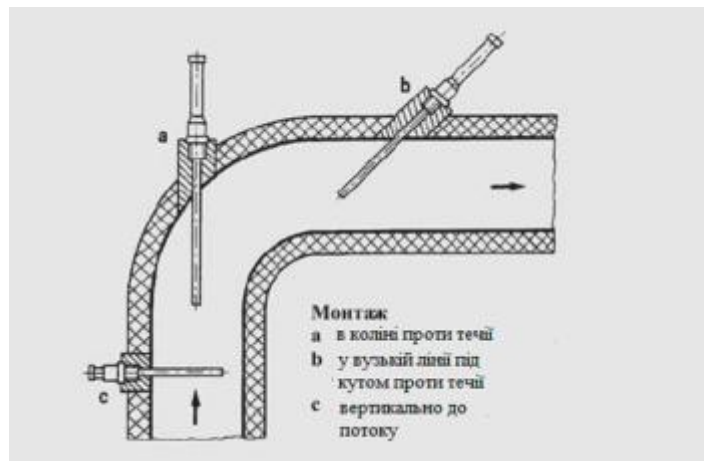


Рис.4.4 – Варіанти монтажу

Схеми електричних підключень наведені на рис.4.5 різняться в кількості чутливих елементів ЧЕ та варіанті провідної схеми.

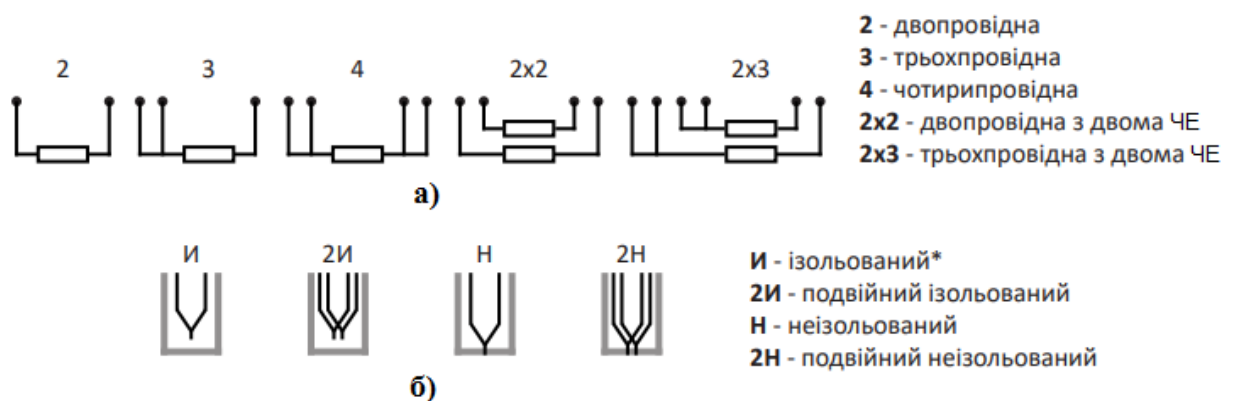
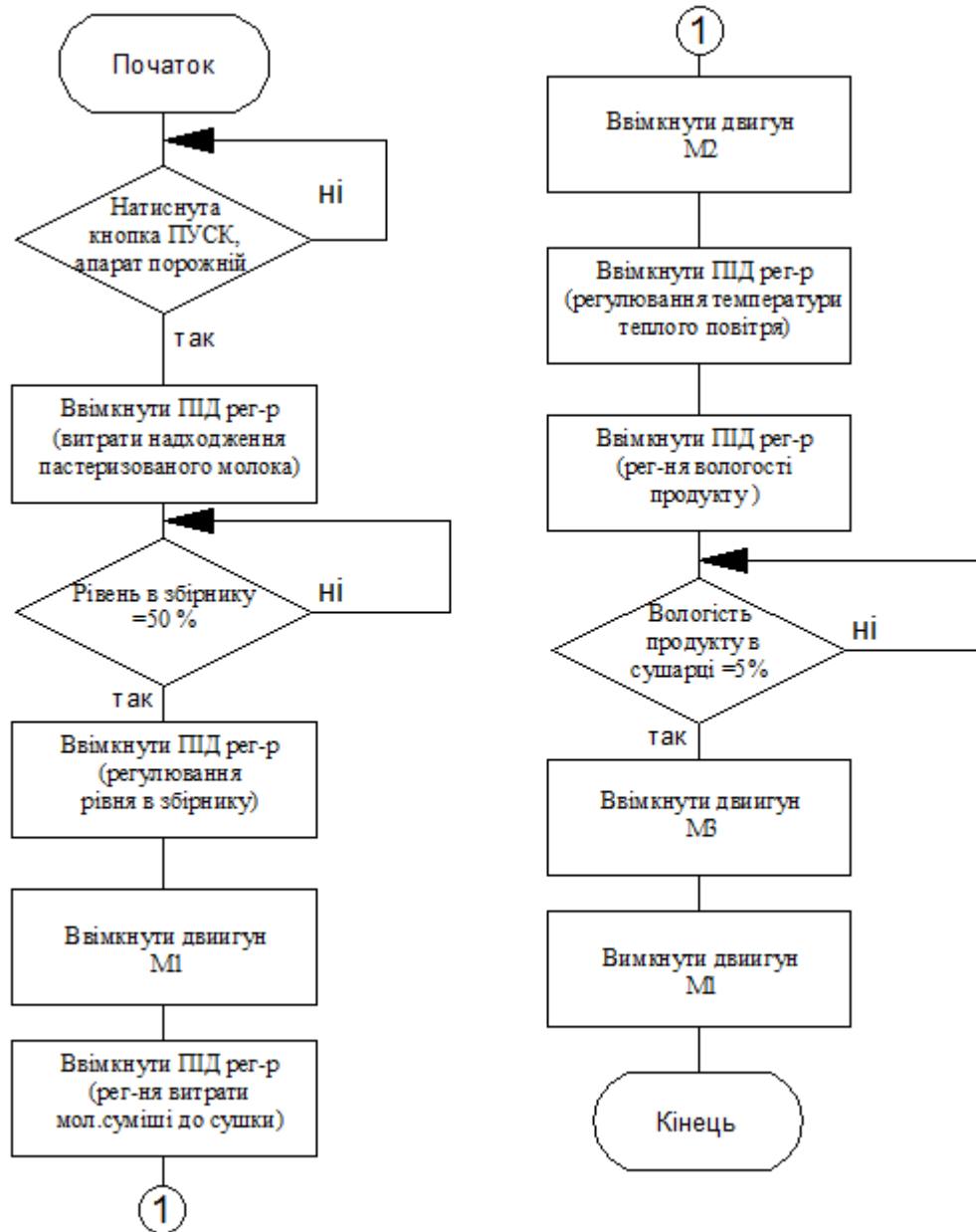


Рис.4.5 – Підключення (а) та типи спаїв (б)

Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для ПЛК

Фрагмент блок-схеми алгоритму управління процесом сушки молочної суміші для виготовлення дитячих сухих молочних сумішей наведений нижче.

Умови виконання зображені у вигляді ромбів, прямокутники відповідно дії.



					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Крутікова Д.О.			Розробка системи автоматизації виготовлення дитячих сухих молочних сумішей	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірив		Пупена О.М.					36	2
Секретар ЕК		Проскурка Є.С.				ЗАК-5-1		
Зав.каф.		Смітюх Я.В.						

Відповідно алгоритму написана на мові програмування ST (Structured Text) програма користувача.

ST є однією з основних мов програмування, яка використовується в автоматизації промислових процесів. Вона дозволяє програмістам використовувати структури, подібні до тих, що зустрічаються в традиційних мовах програмування, таких як C+ або Pascal. Вона дуже схожа на стандартні мови програмування, з основними конструкціями, такими як цикли, умовні оператори та функції. Завдяки цьому вона є зрозумілою для тих, хто має досвід програмування.

Фрагмент програми користувача для наведеної блок-схеми

```
IF %M1 AND %IW2.2:=0 THEN
PID ('VITRATA' , ' m³/год', %IW2.0, %QW4.0, %M2, %MW50:%MW43);
END_IF;

IF %IW2.2:=5000 THEN
PID ('RIVEN' , '%', %IW2.2, %QW4.1, %M3, %MW100:%MW53);
SET %Q1.0;
PID ('VITRATA' , ' m³/год', %IW2.3, %QW4.2, %M4, %MW150:%MW63);
SET %Q1.1;
PID ("TEMP1" , ' °C', %IW3.1, %QW4.3, %M5, %MW200:%MW73);
PID ("TEMP2" , ' °C', %IW3.1, %QW4.4, %M6, %MW250:%MW83);
PID ("VOLOGIST" , '%', %IW3.2, %QW4.5, %M7, %MW300:%MW93);
END_IF;

IF %IW3.2:=5 THEN
SET %Q1.2
RESET %Q1.1
END_IF;
```

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

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

За допомогою програмного забезпечення Vijeo Citect розробляємо SCADA-систему, яка дасть можливість оператору переглядати перебіг технологічного процесу та значення усіх технологічних параметрів.

У вікні «Редактор проектів Citect» описуємо всі змінні, створюємо змінні для трендів, алармів та описуємо настройки до них.

В меню «Теги»/«Змінні теги» описуємо всі змінні.

Рис.6.1 – Вікно опису змінної

Рис.6.2 – Вікно опису змінної для тренду

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Крутікова Д.О.			Розробка системи автоматизації виготовлення дитячих сухих молочних сумішей	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірив		Пупена О.М.					38	5
Секретар ЕК		Проскурка Є.С.				ЗАК-5-1		
Зав.каф.		Смітюх Я.В.						

В меню «Теги»/« Теги Тренда» описуємо всі змінні, що будуть використовуватись в трендах.

В меню «Аларми»/«Аналогові аларми» описуємо аналогові аларми.

Аларми дискретні

Таблиця 6.1.

Тег аларма	Ім'я аларма	Опис аларма	Змінний тег А
M1	Двигун M1	Аварія двигуна	M1
M1_1	Двигун M1	Готовий до роботи	M1
M2	Двигун M2	Аварія двигуна	M2
M2_1	Двигун M2	Готовий до роботи	M2

Аларми аналогові

Таблиця 6.2.

Тег аларма	Ім'я аларма	Змінний тег	Критично низький	Критично високий
TE_1	Температура в сушарці	TE1	125	152
TE_2	Температура повітря	TE2	138	162
QE	Вологість продукту в сушарці	QE	1,5	5.5

Перелік змінних та вимоги до них

Таблиця 6.3.

Назва параметру	Номінальне значення	Діапазон зміни	Функція			
			C	I	A	R
Витрата молоч.суміші в трубі до збірника	50 м3/год	0-100 м3/год	3%	1 с	>50 м3/год, <50 м3/год	10с, 3міс
Температура мол.суміші в трубі до збірника	65 °С	0-100 °С	-	1 с	>70 °С, <65 °С	10с, 3міс
Рівень в збірнику	80%	0-100%	3%	1 с	>90% <70 %	10 с, 1 міс
Витрата молоч.суміші в трубі до сушарки	30 м3/год	0-100 м3/год	3%	1 с	>30 м3/год, <30 м3/год,	10 с, 1 міс
Температура хол. повітря в змішувач	-15 °С	-50 -100 °С	-	1 с	>-15°С <-5°С	10 с, 1 міс
Температура гар.повітря в змішувач	200 °С	0-300 °С	-	1 с	>200°С <180 °С	10 с, 1 міс
Температура теплого повітря в сушарку	160 °С	0-200 °С	1 °С	1 с	>160°С <140°С	10 с, 1 міс
Температура сушарній камері	150 °С	0-200°С	-	1 с	>150°С <130°С	10 с, 1 міс
Вологість продукту в суш.камері	2,5 %	0-100 %	0,2 %	1 с	>5% л <1,5%	10 с, 1 міс

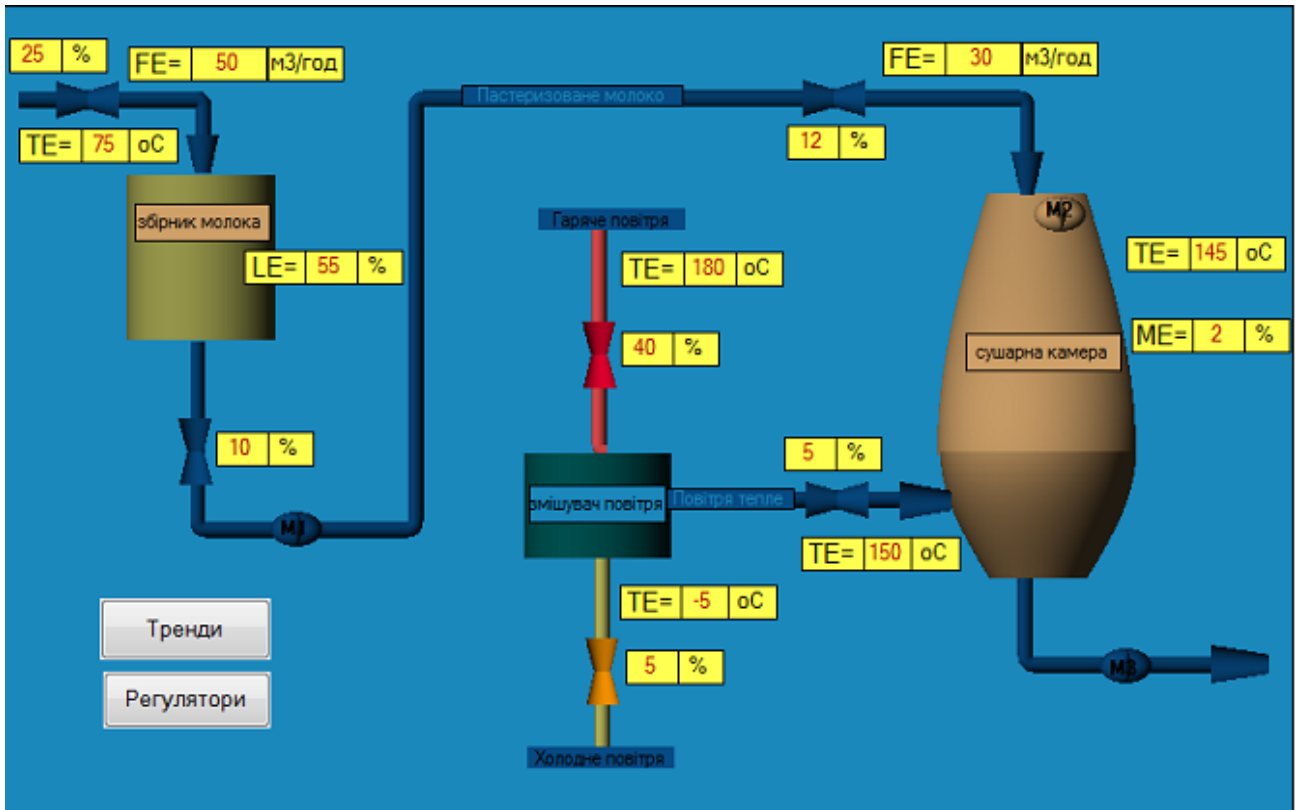


Рис.6.4 – Мнемосхема процесу сушіння дитячих молочних сумішей

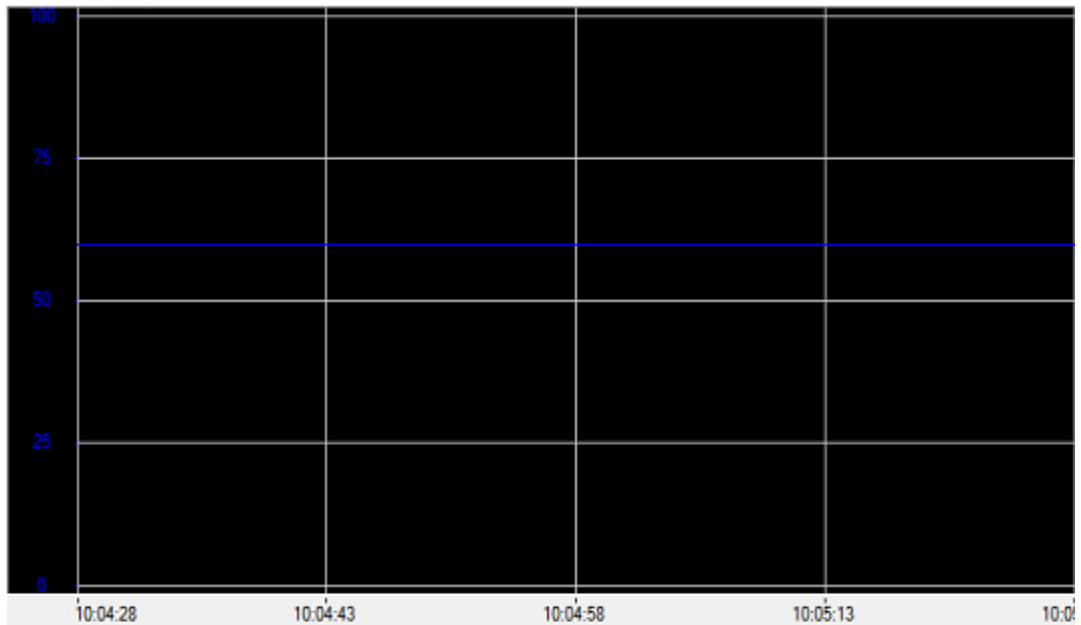


Рис.6.5 – Тренд рівня в збірнику молочної суміші

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Регулятор витрати мол. сум. до збірника		Регулятор витрати мол. сум до камери	
Кп	<ТЕКСТ>	Кп	<ТЕКСТ>
Кі	<ТЕКСТ>	Кі	<ТЕКСТ>
Регулятор рівня мол. сум. у збірнику		Регулятор температури теплового повітря	
Кп	<ТЕКСТ>	Кп	<ТЕКСТ>
Кі	<ТЕКСТ>	Кі	<ТЕКСТ>
Регулятор вологості			
Кп	<ТЕКСТ>		
Кі	<ТЕКСТ>		

Рис.6.6 – Панель налаштування PID- регуляторів

Висновок

У результаті виконаної роботи було розроблено систему автоматизації для виготовлення дитячих сухих молочних сумішей, яка включає всі необхідні етапи для оптимізації та підвищення ефективності виробничого процесу. Визначено основні технологічні етапи, що потребують автоматизації, зокрема дозування інгредієнтів, регулювання температурних режимів під час сушіння та процесу упаковки. Окрім цього, було запропоновано підключення необхідних датчиків і виконавчих механізмів до програмованого логічного контролера, що дозволяє забезпечити точність і контроль на всіх етапах виробництва.

Особливу увагу в роботі було приділено інтеграції автоматизованої системи з сучасними промисловими стандартами та вимогами до безпеки харчових продуктів. Використання передових технологій, таких як SCADA-системи для моніторингу та візуалізації процесів, дозволяє здійснювати оперативний контроль за виробництвом та знижувати ризик виникнення помилок, спричинених людським фактором.

Розроблена система автоматизації також відповідає потребам ринку дитячого харчування, де попит на продукцію високої якості зростає. Враховуючи тенденції розвитку цього ринку, впровадження автоматизованих технологій дозволить значно покращити продуктивність, знизити витрати на виробництво та забезпечити високу якість продукції, що є ключовими факторами для успішної конкуренції на ринку.

Впровадження автоматизованої системи виготовлення дитячих сухих молочних сумішей має велике значення не тільки для підвищення ефективності виробничих процесів, але й для забезпечення високих стандартів безпеки та якості харчових продуктів. У майбутньому подальша розробка та вдосконалення автоматизованих систем для харчової промисловості сприятимуть задоволенню вимог ринку та потреб споживачів, що в свою чергу, дозволить підприємствам зберігати конкурентоспроможність і лідерські позиції на ринку.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Список використаних джерел

1. Пелих В.Г., Ковбасенко В.М., Балабанова І.О. Технологія переробки молока / В. Г. Пелих, В. М. Ковбасенко, І. О. Балабанов// Х.: ОЛДІ-ПЛЮС. – 2021. – 166 с.
2. Харчування дітей - проблема державна // Харчова і переробна промисловість, 2001. - №3 - С. 19-20.
3. Завадинська О.Ю. Сучасний стан якості дитячого харчування // Ресторанне господарство і туристична індустрія у ринкових умовах – К,2004.
4. Ельперін І.В. Промислові контролери: Навчальний посібник / І.В. Ельперін // К.: НУХТ. – 2003. – 320 с.
5. Пупена О. М. Програмування промислових контролерів в Unity PRO та Control Expert [Електронний ресурс] / Олександр Миколайович Пупена – Режим доступу до ресурсу: <https://pupenasan.github.io/controlexpertbook/>.
6. Пупена О. М. Розроблення людино-машинних інтерфейсів та систем збирання даних з використанням програмних засобів SCADA/HMI [Електронний ресурс] / Олександр Миколайович Пупена – Режим доступу до ресурсу: <https://pupenasan.github.io/hmibook/>.
7. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К.:Видавництво Ліра-К, 2015. — 378с.
8. Ладанюк А.П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Архангельська К.С., Власенко Л.О.— К.: НУХТ, 2014. —274 с.
9. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навчальний посібник/ В.Г. Трегуб. — К.: Видавництво Ліра-К, 2014. — 344 с.
10. Трегуб В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: навчальний посібник / В. Г. Трегуб. – К.: НУХТ, 2006 – 139 с.
11. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій [Текст]: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. — К.: НУХТ, 2014. – 600 с.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

12. Системний аналіз складних систем управління: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К., НУХТ, 2013. – 276 с.

13. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.1 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2004. – 184 с.

14. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.2 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2005. – 115 с.

15. Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування: навчальний посібник / Б.М. Гончаренко, О.П. Лобок, А.П. Ладанюк. – В.: Нова книга, 2007. –160 с.

16. Автоматизоване управління технологічними процесами. Конспект лекцій до вивчення дисципліни для студентів спеціальності 6.08040 „Інформаційні управляючі системи та технології” напряму підготовки 0804 “Комп’ютерні науки” ден. та заоч. форм навчання/ Уклад.: І.В.Ельперін, С.М.Швед – К.: НУХТ, 2007. – 71 с.

17. Ельперін І.В. Промислові контролери [Текст]: навчальний посібник / І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2003. – 320 с.

18. 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.

19. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах [Текст]: навчальний посібник / А.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк. – К.: Вид-во «Ліра-К», 2011. – 552 с.

20. Пупена О.М. Програмування промислових контролерів у середовищі UNITY PRO [Текст]: Навч. посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: Видавництво Ліра – К, 2013. – 376 с.

21. Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології: курс лекцій для студ. напряму 6.050202 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання. / О.М. Пупена. – К.: НУХТ, 2011. – 67 с.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						46
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

22. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування): монографія / А.П.Ладанюк, Заєць Н.А., Л.О.Власенко. – К.: Видавництво Ліра-К, 2016. – 312 с.

23. Трегуб В.Г. Автоматизація об'єктів періодичної дії: підручник / В.Г. Трегуб. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. – 136 с.

24. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, В.М. Решетюк, В.Д. Кишенько, Я.В. Смітюх. – Київ: Центр учбової літератури, 2014. – 280 с.

25. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів [Текст] : монографія / А.П. Ладанюк, О.А. Ладанюк, Р.О. Бойко, В.В. Іващук, Д.О. Кроніковський, Д.А. Шумигай. – К.: Інтер Логістик Україна, 2015. – 408 с.

26. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, Н.А. Заєць, Л.О. Власенко. - К.: Видавництво Ліра-К, 2016. – 312с.

27. Методи сучасної теорії управління [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Н.М. Луцька, В.В. Іващук.– К.: НУХТ, 2010. – 196 с.

28. Системний аналіз складних систем управління [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. - К.: НУХТ, 2013. – 274 с.

29. Системний аналіз складних систем управління. Практикум. [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2014. – 157 с. (№37.49 - 02.07.2014)

30. Методи сучасної теорії управління [Текст] : підручник / А.П. Ладанюк Н.М. Луцька, В.Д. Кишенько, Л.О. Власенко, В.В. Іващук. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 368 с.

31. Ладанюк А.П. Методологія наукових досліджень [Текст]:

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Л.О. Власенко, В.Д. Кишенько. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 352 с.

32. Пупена О. М. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro [Текст]: навчальний посібник / О. М. Пупена, І. В. Ельперін. — К.: Ліра-К, 2015. — 376 с.

33. 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.

34. Документація по ТХК-2088-К.

35. Документація по Optiflux 7300.

36. Документація по JUMO 907037/3.

37. Документація по Vegacal- 62.

38. Документація по Mitsubishi серії FR-D720.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						47
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		