

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

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем
управління

«До захисту в ЕК»
Декан факультету
_____ Андрій Форсюк
(підпис) (ім'я та прізвище)

«05» червня 2023 р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Ярослав Смітюх
(підпис) (ім'я та прізвище)

«05» червня 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

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

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

на тему: Розробка системи автоматизації процесу виготовлення карамельної
маси

Виконав: здобувач 4 курсу, групи АК-4-2ск

_____ Лисенко Максим Михайлович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Керівник _____ Міркевич Роман 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 _____ Юлія Куєвда
(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 – 2023 р.

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 *«Комп'ютерні системи та програмна інженерія в автоматизації»*

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

Ярослав Смітюх

«03» квітня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Лисенко Максима Михайловича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Розробка системи автоматизації процесу виготовлення карамельної маси*

керівник роботи *доц. к.т.н. Міркевич Роман Миколайович*

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «03» квітня 2023 р. №204-кс

2. Строк подання здобувачем роботи «05» червня 2023 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 03 квітня 2023 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 Лисенко М. М.

_____ (підпис)

Керівник роботи Міркевич Р. М.

_____ (підпис)

Анотація

Кваліфікаційна робота розроблена на тему: «Розробка системи автоматизації процесу виготовлення карамельної маси».

Система автоматизації процесу виготовлення карамельної маси розроблена з використанням промислового логічного контролера М340 фірми Schneider Electric.

Перелік графічних матеріалів:

1. Схема автоматизації;
2. Схема підключення датчиків, ВМ до контролера;
3. Алгоритм і програма для ПЛК;
4. Монтаж технічного засобу автоматизації – регулятора потоку сипучих речовин SolidFlow 2. 0.

Алгоритм і програма для проекту були розроблені на основі програми Unity Pro XL. За допомогою програмного забезпечення Citect Scada 2018 R2 була розроблена візуальна частина, яка наочно показує сам процес, для автоматизованого робочого місця оператора.

Ключові слова: автоматизація, вимірювання, карамельна маса, М340.

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

Anotation

The qualification work was developed on the topic: "Development of a system for automating the process of making caramel mass".

The system for automating the process of manufacturing caramels mass was developed using the M340 industrial logic controller from Schneider Electric.

List of graphic material:

1. Scheme of automation;
2. Connection scheme of sensors, actuators to the controller;
3. Algorithm and program for PLC;
4. 4. Installation of technical means of automation – SolidFlow 2. 0 bulk solids flow controller.

An algorithm and program for the project were developed based on the Unity Pro XL program. Using the Citect Scada 2018 R2 software, a visual part was developed that clearly shows the process itself for the automated operator's workstation.

Keywords: automation, measurement, caramel mass, M340.

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

Зміст

Вступ	7
Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації	8
1. 1. Технологічний опис об'єкта	8
1. 2. Розробка завдання на систему автоматизації.....	12
Розділ 2. Система автоматизації	14
2. 1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, ВМ та РО	14
2. 2. Схема автоматизації	36
2. 3. Специфікація приладів та засобів автоматизації	38
Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення	40
3. 1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)	40
3. 2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК	43
3. 3. Розширені схеми підключення для окремого контуру	44
Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу	47
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)	50
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога	54
6. 1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.....	54
6. 2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора	55
Висновки	56
Список використаної літератури	57

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

Вступ

У даній кваліфікаційній роботі буде розглянуто процес розробки системи автоматизації для виготовлення карамельної маси. Карамель є одним з найпопулярніших та улюблених видів солодошів в усьому світі, і його виробництво може бути досить складним та трудомістким процесом. Система автоматизації може значно полегшити роботу працівників та забезпечити більшу точність та ефективність у виробництві.

Розвиток технічних засобів автоматизації можна розглядати як в цілому об'єктивний процес. Відповідно постійно оновлюються склади технічних засобів автоматизації, а їх технічні характеристики тільки вдосконалюються.

Постійне розширення сфери автоматизації є однією з головних особливостей промисловості на даному етапі.

Автоматизація дає змогу вирішити проблему нестачі кваліфікованого персоналу, для обслуговування лінії, знизити сумарне енергоспоживання в цеху, шляхом контролю за часом роботи агрегатів, і усунення простою увімкнених машин без необхідності. Через чітке дотримання параметрів виготовлення, строге дозування кожного компонента, досягається покращення якості продукції, і знижується кількість браку. Також автоматизація дозволяє мінімізувати необхідність перебування працівників на виробничій лінії, що дає можливість запобігати можливому травматизму.

Метою даної курсової роботи є проектування та розробка системи автоматизації процесу виготовлення карамельної маси з метою підвищення ефективності та якості виробництва. У роботі будуть розглянуті технологічні процеси виготовлення карамельної маси, та параметри, які необхідно контролювати під час виробництва.

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

Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації

1. 1. Технологічний опис об'єкта автоматизації

В секційний розчинник у 1 секцію надходить очищений від феродомішок цукор-пісок, після наповнення 1 секції вона відкриває закритий до цього часу шлях для цукру та він потрапляє в 2 секцію, в яку у свою чергу надходить підігріта вода . Цукор розчиняється у воді та являє собою певну масу розчиненого цукру у воді, та надходить до змішувача. Також до змішувача надходить гаряча патока, та вони змішуються до однорідної маси, після утворення не увареної карамельної маси суміш подається змієвиковим насосом до вакуум-апарату де уварюється та стає карамельною масою. Після уварювання з вакуум-апарата маса вивантажується та йде далі по технологічному процесу.

Приготування карамельної маси відбувається по такій рецептурі:

- Цукор-пісок – 560 кг
- Гаряча вода – 56 кг
- Гаряча патока – 280 кг

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Лисенко М. М.			Розробка системи автоматизації процесу виготовлення карамельної маси	Лім.	Арк.	Аркушів
Керівник		Міркевич Р. М.					8	6
Зав. каф.		Смітюх Я.В.			НУХТ АК-4-2ск			
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

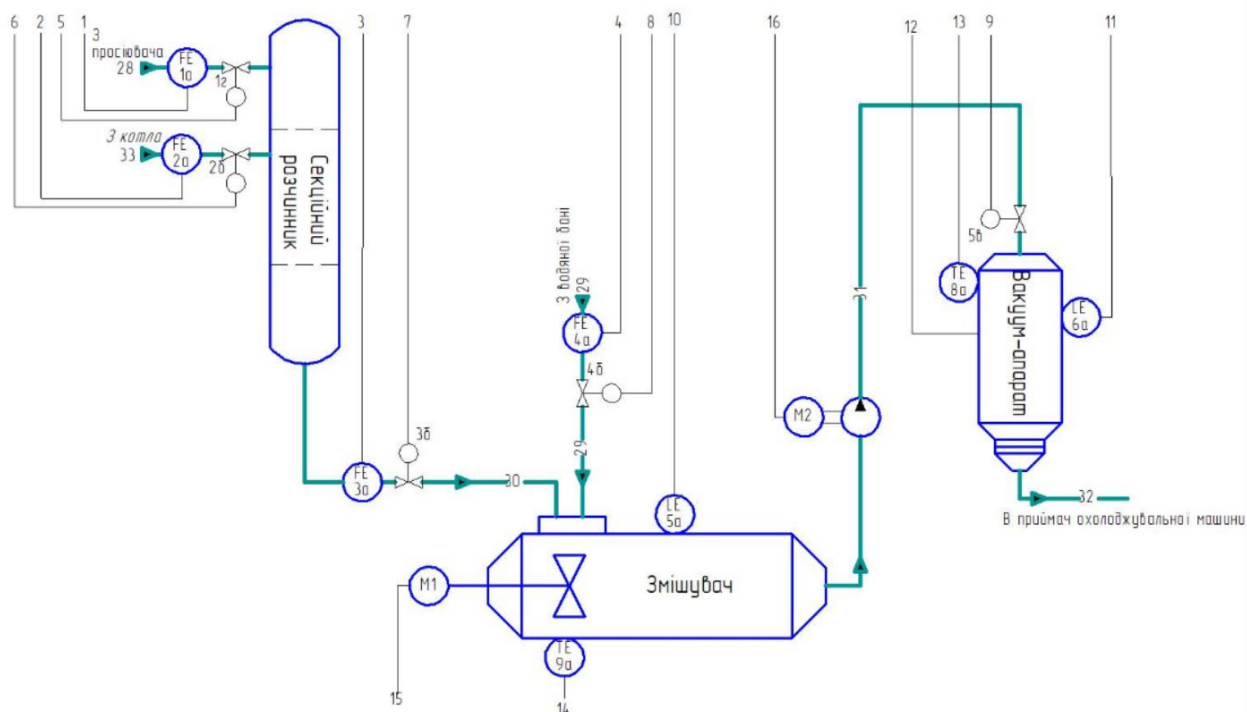


Рисунок 1. 1 – Технологічна схема процесу виготовлення карамельної маси.

Трубопровід цукру-піску:

У трубопроводі відбувається вимірювання і регулювання витрати цукру-піску. Вимірювання проводиться за допомогою витратоміра, а регулювання клапаном, припустиме значення 560 кг, за витратою цукру ведеться контроль та регулювання на АРМ оператора, контроль відбувається за допомогою відображення та реєстрації значень, а регулювання – витратою.

Трубопровід води:

У трубопроводі відбувається вимірювання і регулювання витрати гарячої води. Вимірювання проводиться за допомогою витратоміра, а регулювання клапаном, припустиме значення 56 кг, за витратою гарячої води ведеться контроль та регулювання на АРМ оператора, контроль відбувається за допомогою відображення та реєстрації значень, а регулювання – витратою.

Секційний розчинник:

У секційному змішувачі відбувається отримання цукру та води з трубопроводів у відповідні секції та потім подальше їхнє переміщення у нижчі секції. Цукор з 1 секції поступає до 2, та стає масою розчиненого цукру у гарячій воді та вивантажується.

Трубопровід розчиненого цукру в воді:

У трубопроводі розчиненого цукру в воді відбувається вимірювання і регулювання маси, що виходить з секційного розчинника. Вимірювання проводиться за допомогою витратоміра, а регулювання клапаном. за витратою ведеться контроль та регулювання на АРМ оператора, контроль відбувається за допомогою відображення та реєстрації значень, а регулювання – витратою.

Трубопровід гарячої патоки:

У трубопроводі гарячої патоки відбувається вимірювання та регулювання витрати патоки. Вимірювання проводиться за допомогою витратоміра, а регулювання клапаном, припустиме значення 280 кг, за витратою гарячої патоки ведеться контроль та регулювання на АРМ оператора, контроль відбувається за допомогою відображення та реєстрації значень, а регулювання – витратою.

Змішувач:

У Змішувачі відбувається отримання маси розчиненого цукру у гарячій воді та патоки по відповідним трубопроводам, змішування що йде протягом 8 хвилин та при обертах в 100 об/хв, вимірювання температури за допомогою термометра опору, який встановлений всередині, припустиме значення якого від 0°С до 100°С, та вимірювання рівня, припустиме значення якого 90% за рівнем, обертами та температурою ведеться контроль на АРМ оператора, за допомогою відображення та реєстрації значень.

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

Трубопровід не увареної карамельної маси:

У трубопроводі не увареної карамельної маси проходить переміщення маси з змішувача в вакуум-апарат за допомогою змієвикового насосу, що обертається зі швидкістю в 100 об/хв. , також, відбувається вимірювання і регулювання маси, що виходить з секційного розчинника. Вимірювання проводиться за допомогою витратоміра, а регулювання клапаном. за витратою ведеться контроль та регулювання на АРМ оператора, контроль відбувається за допомогою відображення та реєстрації значень, а регулювання – витратою.

Вакуум-апарат:

У вакуум-апараті відбувається отримання не увареної карамельної маси з змішувача, по трубопроводу, вимірювання рівня, вимірювання проводиться за допомогою рівнеміра, який встановлений вгорі, припустиме значення якого 90%, вимірювання температури, що проводиться за допомогою термометра опору, який встановлений всередині, припустиме значення від 0⁰С до 125⁰С, та вимірювання тиску, що проводиться за допомогою вимірювального перетворювача тиску, який вимірює різницю диференціальних тисків. За температурою, рівнем та тиском ведеться контроль на АРМ оператора, за допомогою відображення та реєстрації значень.

Трубопровід увареної карамельної маси:

У трубопроводі увареної карамельної маси проходить вивантаження маси з вакуум-апарату у подальший процес виготовлення продукту.

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

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 управління	Засоби управління та контролю реалізації управляючої дії	Додаткові умови
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Секційний розчинник	Облік цукру	560кг	Управління	Стан	Вплив на клапан подачі цукру	
		Облік гарячої води	10% від загальної маси цукру	Управління	Стан	Вплив на клапан подачі гарячої води	
2	Змішувач	Змішування	100 об/хв 8 хв	Управління	Стан	Вплив на стан роботи двигуна М1	
		Облік гарячої патоки	50% від загальної маси цукру	Управління	Стан	Вплив на клапан подачі гарячої патоки	
		Температура	100 °С	Регулювання	Стабілізація	Контроль	
		Рівень в апараті	90 %	Управління	Стан	Вплив на насос	

Таблиця 1. 1– Продовження.

1	2	3	4	5	6	7	8
3	Насос	Оберти	100 об/хв	Управл іння	Стан	Вплив на стан роботи двигуна М2	
4	Вакуум- апарат	Температ ура	125 С	Регулю вання	Стабілі зація	Уварювання	
		Тиск	0,6 МПа	Управл іння	Стан	Вплив на уварення	
		Рівень в апараті	90 %	Управл іння	Стан	Вплив на вивантаження	

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

Розділ 2. Система автоматизації

2. 1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, ВМ та РО

Вимір витрати

Для даної установки був вибраний електромагнітний витратомір OPTIFLUX 7300, який застосовується для гарячої води, розчиненого цукру в гарячій воді, гарячої патоки та увареної карамельної маси.

OPTIFLUX 7300 (зображений на рисунку 2. 1) являє собою електромагнітний витратомір (ЕМР) 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 окислюють, абразивних або токсичних хімічних речовин. Герметична, стійка до вакуумним і температурних навантажень вимірювальна труба з кераміки відповідає вимогам харчової галузі промисловості (FDA, EC1934 / 2004).

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Лисенко М. М.			Розробка системи автоматизації процесу виготовлення карамельної маси	Літ.	Арк.	Аркуші
Керівник		Міркевич Р. М.					14	26
Зав. каф.		Смітюх Я.В.			НУХТ АК-4-2ск			
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						



Рисунок 2. 1 – 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;
- 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);

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

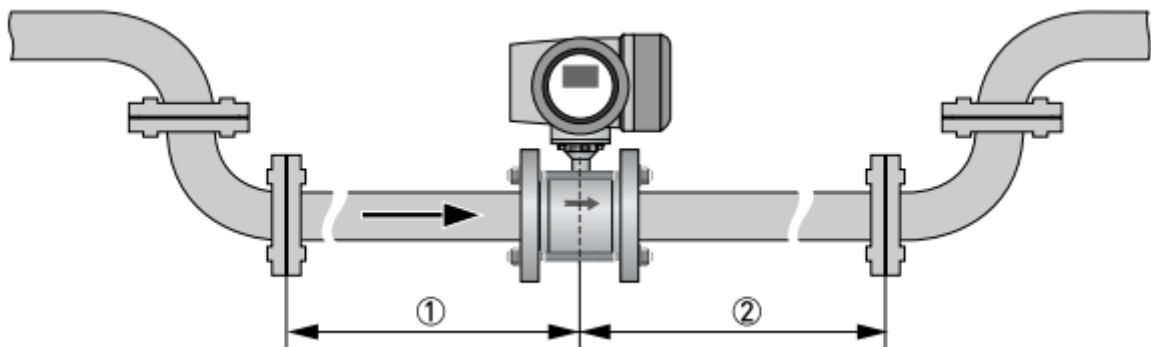
- конструкція з повнопрохідним перетином труби: відсутність рухомих частин, зносу і втрат тиску;
- перевірка витратоміра за місцем експлуатації за допомогою діагностичного пристрою Opticheck.

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.

Вимоги до встановлення:

Прямі ділянки трубопроводу до та після приладу



$$1 \geq 5 \text{ DN} \quad 2 \geq 2 \text{ DN}$$

Рисунок 2. 2 – Рекомендовані довжини прямих ділянок на вході та виході приладу.

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

Монтажне положення приладу

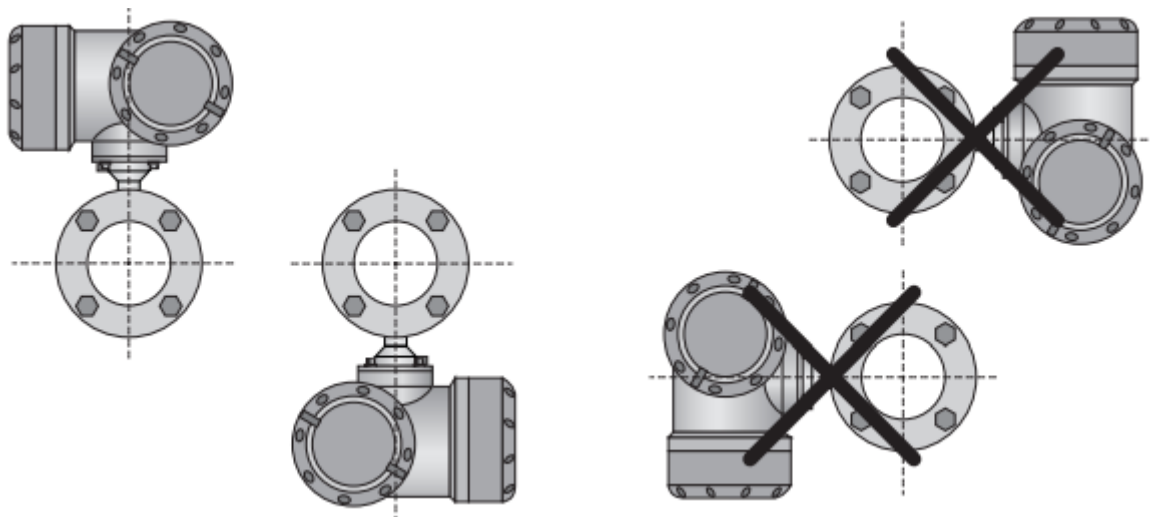


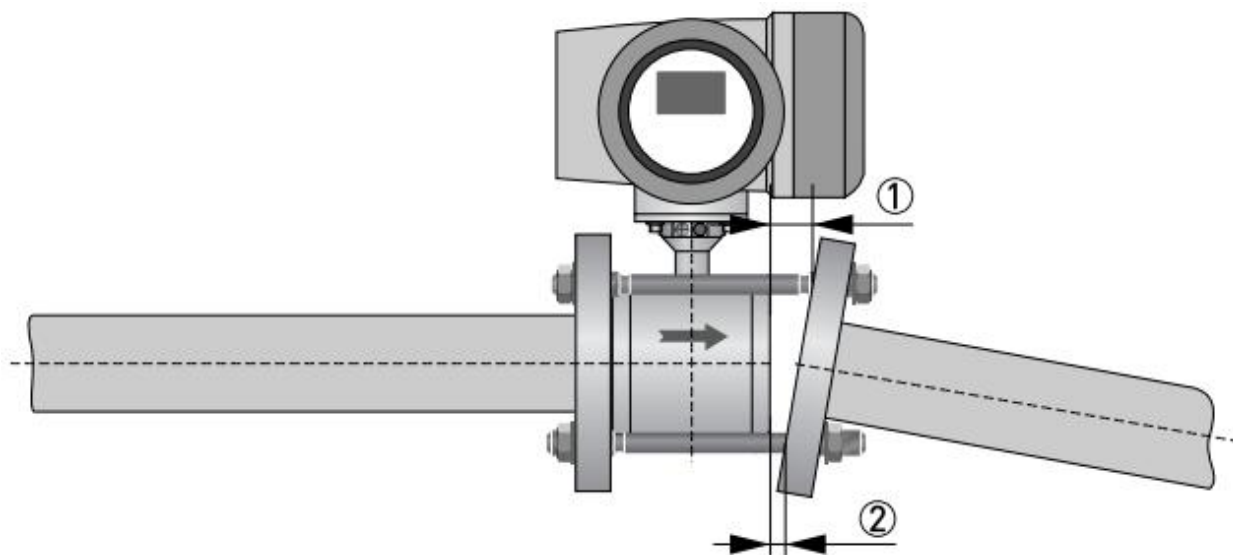
Рисунок 2. 3 – Монтажне положення приладу.

Відхилення фланців

Обережно!

Максимально допустимі відхилення ущільнювальної поверхні фланців:

$$L_{\text{макс}} - L_{\text{мін}} \leq 0,5 \text{ мм} / 0,02''$$

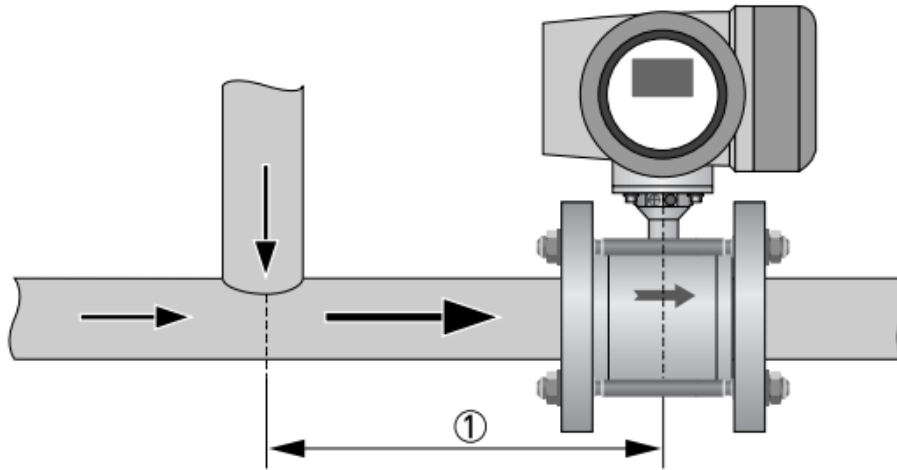


1 L_{макс.} 2 L_{мін}

Рисунок 2. 4 – Відхилення фланців.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

T-ділянки



$1 \geq 10 \text{ DN}$

Рисунок 2. 5 – Дистанція після T-ділянок.

Наявність вібрації

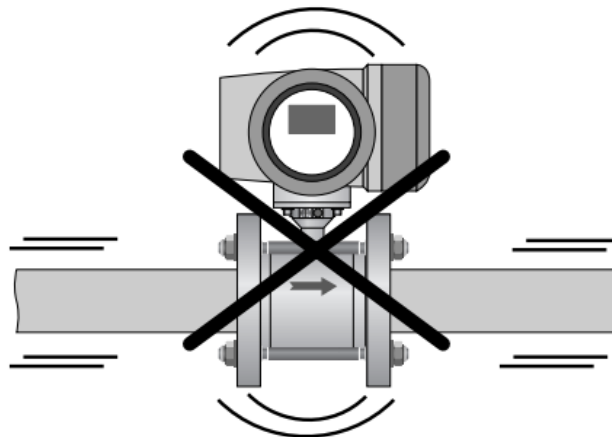


Рисунок 2. 6 – Уникайте вібрацій.

Зовнішні магнітні поля

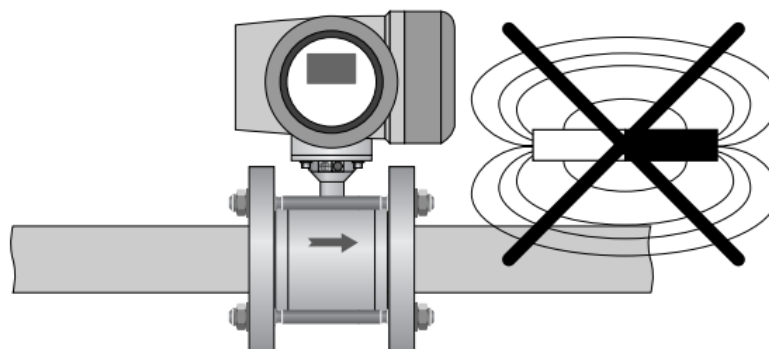


Рисунок 2. 7 – Уникайте впливу магнітних полів.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

18

Наявність насосу

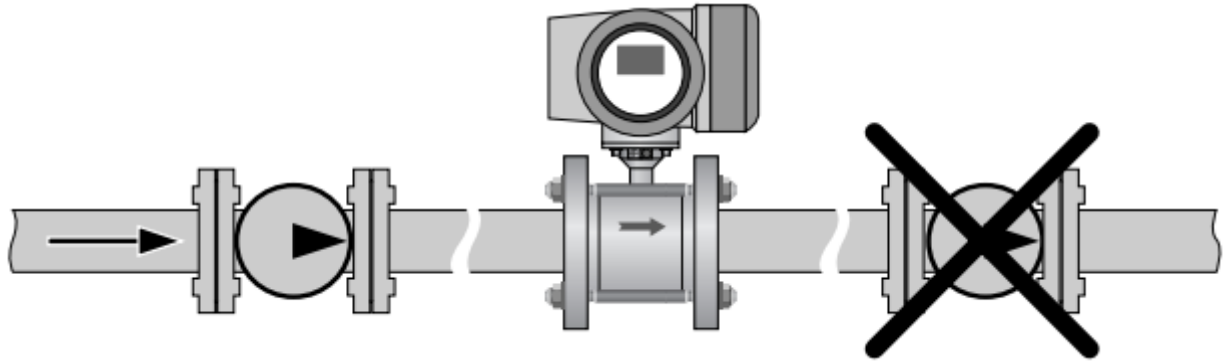


Рисунок 2. 8 – Встановлення після насосу.

Вигнуті трубопроводи

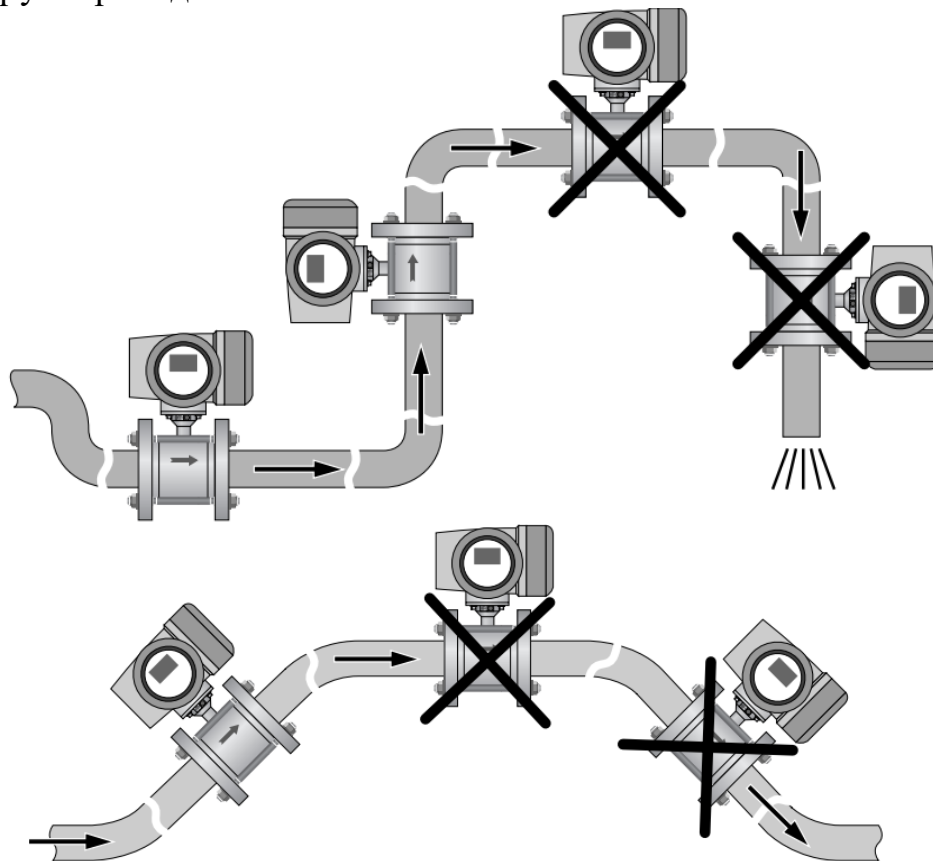


Рисунок 2. 9 – Варіанти монтажу приладу на вигнутих трубопроводах.

Регулятор потоку SolidFlow 2. 0(зображений на рисунку 2. 10) використовується для онлайн-вимірювання сипучого матеріалу тобто цукру, та вимірює з можливістю гранул з розміром частинок 1 мм до 10 мм. SolidFlow характеризується простою установкою і зносостійкістю. До його

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

складу входять ще 2 прилади, а саме, бокс С1-Вох, та блок оцінки MSE 300-
FH.



Рисунок 2. 10 – Регулятор потоку сипучих матеріалів SolidFlow 2. 0.

Принцип дії регулятора потоку сипучих матеріалів регулятора:

Датчик працює на базі мікрохвильових технологій та використовується тільки в металевих трубопроводах. Мікрохвилі, стикаючись зі стінками трубопроводу, утворюють вимірювальне поле. Отримана енергія відбивається частинками матеріалу. Регулятор потоку працює як лічильник частинок, який шляхом частотної селекції вважає тільки рухомі частинки в одиницю часу. Калібрування здійснюється на місці установки шляхом натискання на кнопку і введення калібрувального значення.

Технічна характеристика наведена нижче:

- Похибка вимірювання 0,75%
- вихідний сигнал (аналоговий) 4-20мА,
- Діаметр трубопроводу 10-50мм
- Максимальний тиск (МПа) 1,5
- Споживана потужність 7,3 Вт
- Стійкість до вібрації 4,9м/с²
- напруга живлення 24 DC,
- пропускна здатність до 20 т/ч,
- розмір крупинок від 1 нм до 1 см,
- Температура процесу +200°C,

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

Основні області застосування:

- біомаса;
- виробництво цементу;
- хімічна промисловість;
- вугільна промисловість;
- виробництва покриттів;
- харчова промисловість;
- спалювання сміття;
- викопні;
- деревообробка;
- вапняний завод;
- енергетика;
- виробництво гіпсу;
- електростанції;
- металургія.

У разі діаметрів труб понад 200 мм використовуються 2 або 3 датчики на кожну точку вимірювання, причому датчики розташовані під кутом 90° або 120° один до одного:

- від діаметра труби 300 мм використовується 2 датчика. Датчик повинен бути встановлений зі зміщенням відносно один одного під кутом 90° (зображено на рисунку 2. 11).
- з діаметра труби 400 мм використовується 3 датчика. Датчик повинен бути встановлений зі зміщенням відносно один одного під кутом 120° (зображено на рисунку 2. 12).

В умовах вільного падіння (наприклад, після гвинтів конвеєра або поворотних конвеєрів) ідеально підходить вхідний шлях (висота падіння) не менше 300 мм. Більш короткі вхідні шляхи можливі за домовленістю.

Кронштейн датчика (зварювальне гніздо) приварений у зазначеному місці встановлення.

Після цього через кронштейн датчика і стінку труби просвердлюється свердловина діаметром 20 мм. Потім датчик налаштовується на товщину стінки, вставляється і фіксується за допомогою сполучної гайки.

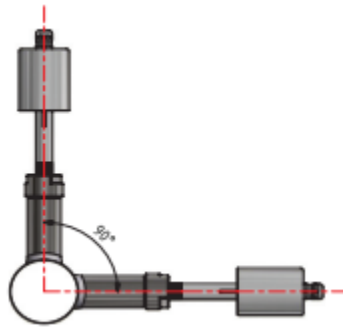


Рисунок 2. 11 – Використання 2 датчиків в 1 трубопроводі.

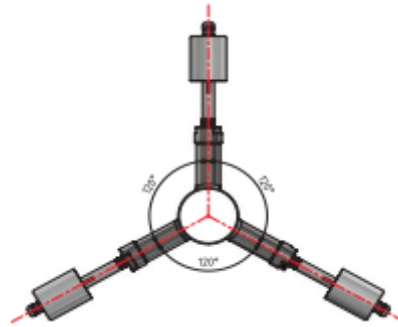


Рисунок 2. 12 – Використання 3 датчиків в 1 трубопроводі.

Вимір температури

Термоперетворювач ТХК-2088 К (зображений на рисунку 2. 13) 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.



Рисунок 2. 13 – Термоперетворювач ТХК-2088 К.

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

Конструкція і порядок монтажу термоперетворювача ТХК-2088 К:

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

Для монтажу Термоперетворювача ТХК-2088 К 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 та встановити вимірювальний перетворювач в головку термоперетворювачі закріпити його гайками. Способи монтажу датчика, зображені на рисунку 2. 15.

Технічні характеристики термоперетворювача ТХК-2088К:

- діапазон вимірювань – від 0 до +600°C;
- споживана потужність: не більше 0. 8 Вт;
- вхідний сигнал – від 4 до +20 мА;
- літерне позначення НСХ перетворення (ГОСТ 3044):

для термopара ТХА-2088 К;

- клас (ДОСТ 6616) 1 або 2;
- кількість робочих спаїв для ТХА / К-2088 1 або 2;
- показник теплової інерції, с, не більше:

для перетворювачу температури ТХА / К-2088, 50;

- умовний тиск вимірюваного середовища P_u , МПа:

для термоперетворювач ТХА / К-2088 0,4;

- матеріал головки прес матеріалу АГ-4В;
- головка термоперетворювач водозахищеного виконання.

Схема підключення термоперетворювачу ТХК-2088 К зображена на рисунку 2. 14.

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

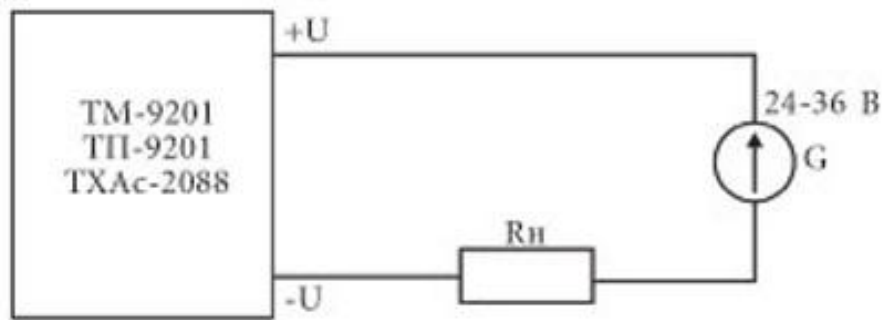


Рисунок 2. 14 – Схема підключення термоперетворювача ТХК-2088.

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

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

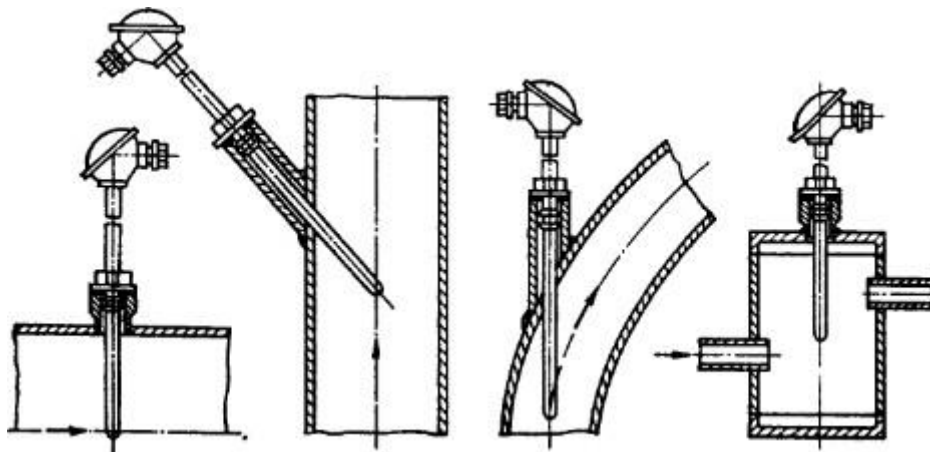


Рисунок 2. 15 – Спосіб монтажу датчика температури.

Вимір рівня

Ємнісний рівнемір VEGACAL 62 (зображений на рисунку 2. 16) 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 нафти.

Схема підключення рівнеміра VEGACAL 62 на рисунку 2. 17.

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



Рисунок 2. 16 – Зовнішній вигляд VEGACAL 62.

Особливості:

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

Технічні дані:

- Виконання: Частково ізольований стрижень;
- Діапазон вимірювання: до 6 м;
- Приєднання: Різьба від G½, ½ NPT, фланці від DN 25, 1 ;
- Температура процесу: -50 . . . +200 ° C;
- Тиск процесу: -1 . . . +64 бар (-100 . . . +6400 кПа).

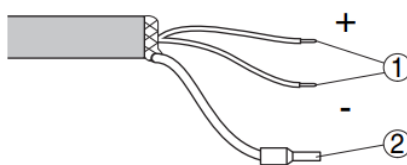


Рисунок 2. 17 – Схема підключення витратоміра VEGACAL 62.

Під час роботи вимірювальний зонд не повинен торкатися внутрішніх конструкцій чи стінки ємності(зображено на рисунку 2. 18). Крім того, вимірне значення може змінюватися, якщо відстань від стінки значно коливається. Тому рекомендується ізолююче закріплення кінця зонда.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

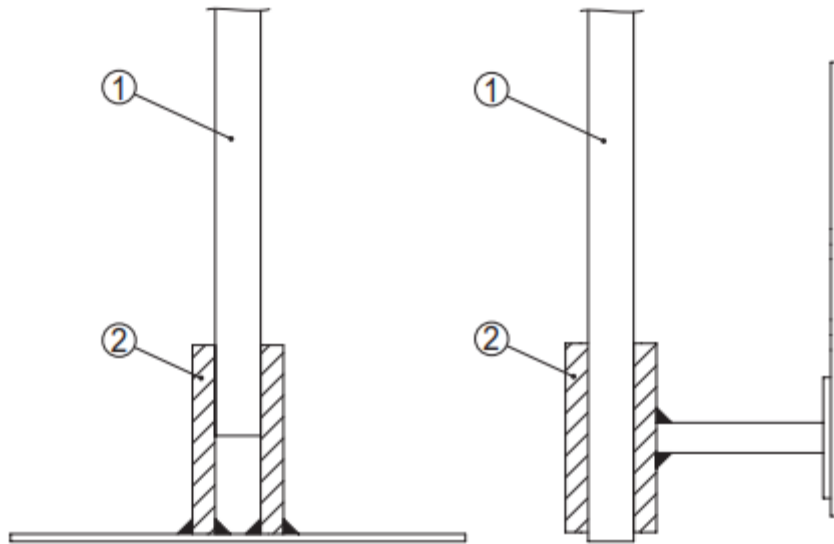


Рисунок 2. 18 – Фіксація вимірювального зонду.

Де, 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 тощо(зображено на рисунку 2. 19).

Ця рекомендація діє, перш за все, для датчиків з довгим електродом.

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

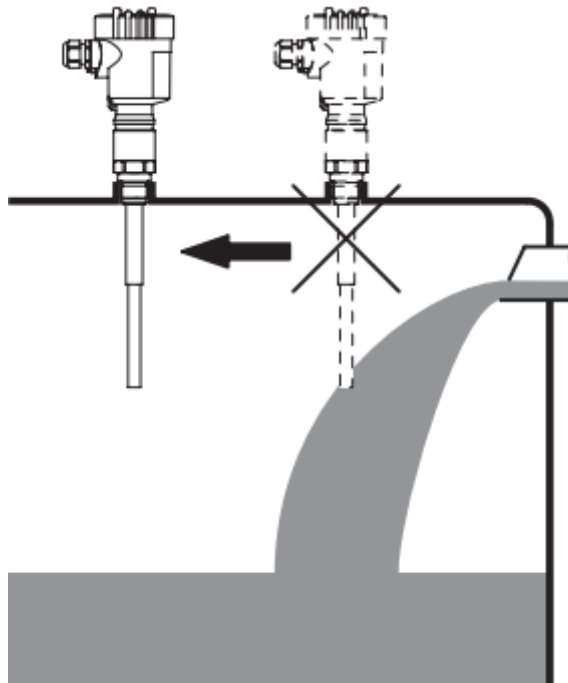


Рисунок 2. 19 – Продукт, що втікає.

Вимір тиску

Електронна система вимірювання перепаду тиску Deltabar FMD71(зображений на рисунку 2. 20) призначена для вимірювання тиску, об'єму або маси рідин у резервуарах, що знаходяться під тиском, або дистиляційних колонах/випарників. Датчик високого тиску(ВТ) вимірює гідростатичний тиск. Датчик низького тиску(НТ) вимірює тиск над водяним стовпом. Рівень обчислюється у перетворювачі з використанням двох цифрових значень. Ця система позбавляє традиційних проблем вимірювання перепаду тиску.



Рисунок 2. 20 – Зовнішній вигляд Deltabar FMD71.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Характеристики

- Напруга живлення:
4. . . 20 мА HART:
12. . . 45 У пост. струму (виконання для безпечних зон)
Ex ia: 12. . . 30 У пост. струму
- Похибка: 0,075% одного датчика, варіант
- Тривала стабільність: 0,05% ВП/рік для окремого сенсора
- Робоча температура від -25 до $+150^{\circ}\text{C}$
- Температура навколишнього середовища від -40 до $+80^{\circ}\text{C}$
- Робочий діапазон – 100 мбар. . . 40 бар (1,5. . . 600 psi).
- Опір вакууму – 0 мбар
- Макс. ширина переналаштування діапазону вимірювання – 100:1
- Макс. надлишковий тиск – 60 бар (900 фунт/кв. дюйм)
- Заповнююча рідина: Силіконова олія
- Матеріал корпусу Литий алюміній, Нержавіюча сталь

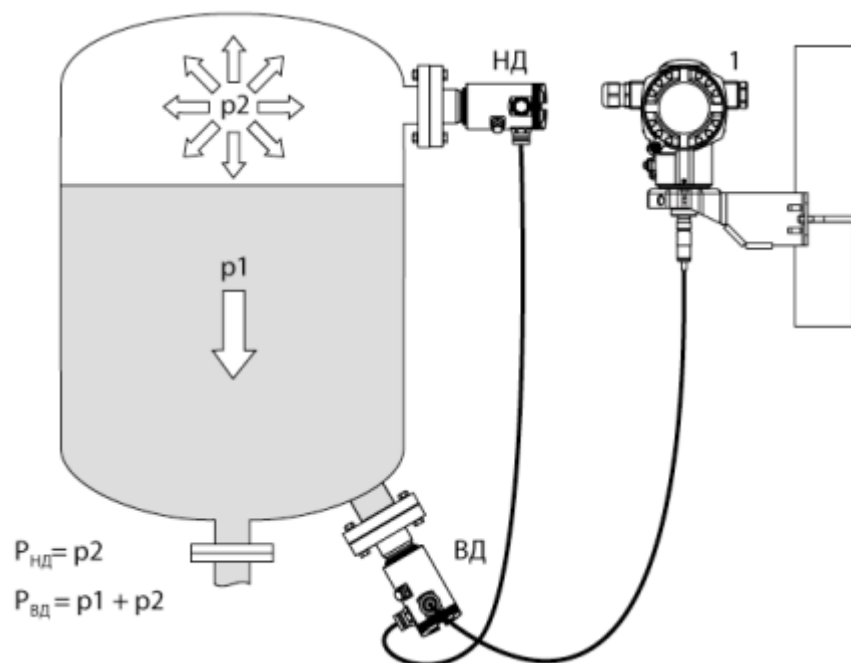


Рисунок 2. 21 – Конструкція приладу.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Де, НД(НТ) – Модуль датчика НД (низького тиску);

ВД(НТ) – Модуль датчика ВД (високого тиску);

p_2 – Тиск водного стовпа;

p_1 – Гідростатичний тиск;

1 – Перетворювач.

Загальні інструкції по монтажу:

– Типові місця встановлення модулів датчиків вказані на паспортних табличках:

ВД (низ)

НД (верх)

– Залежно від орієнтації модулів датчиків можливе усунення нульової точки, тобто. При порожньому або частково заповненому резервуарі відображається значення вимірюваної величини може не дорівнювати нулю.

Зміщення нульової точки можна скоригувати:

– Модуль датчиків ВД слід встановлювати лише під найнижчою точкою вимірювання.

– Модуль датчиків НД слід встановлювати лише над найвищою точкою вимірювання.

– Не рекомендується встановлювати модулі датчиків у зоні потоку завантажуваного продукту або у точці резервуара, яку можуть впливати імпульси тиску мішалки.

– Забороняється встановлювати модулі датчиків у всмоктувальній ділянці насоса.

– Для спрощення налаштування та функціонального тестування модулі датчиків слід встановлювати за відсічним клапаном.

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

- При охолодженні (наприклад, холодною водою) нагрітого модуля датчика під час очищення на нетривалий час виникає вакуум, внаслідок чого можливе проникнення вологи в датчик через отвір компенсації тиску (3). У цьому випадку слід встановити датчик так, щоб отвір для компенсації тиску (3) виявився внизу.

- Не допускайте забруднення отвору для компенсації тиску та фільтра GORE-TEX® (3).

- Не допускається очищення мембран та дотик до мембран жорсткими чи гострими предметами.

Монтаж перетворювача

Монтаж перетворювача виконується із застосуванням монтажного кронштейна (зображено на рисунку 2. 22) з комплекту постачання. Монтажний кронштейн можна встановлювати на трубах діаметром 1 1/4 " . . . 2" або на стіні.

У разі монтажу на трубі гайки на кронштейні повинні бути затягнуті рівномірно круглим моментом не менше 5 Нм (3,69 фунта/фут).

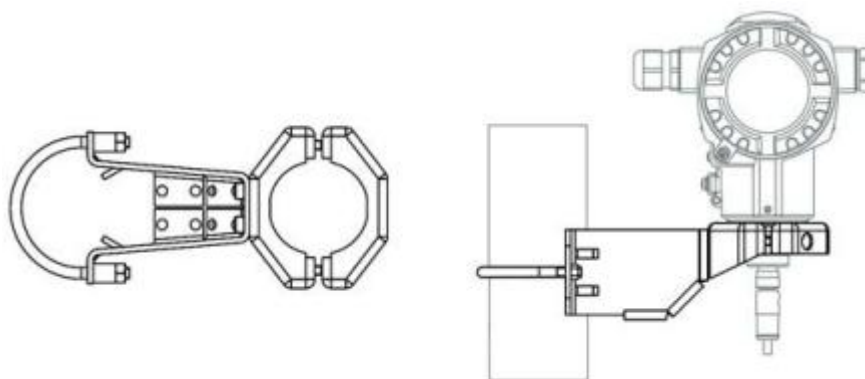


Рисунок 2. 22 – Монтажний кронштейн входить до комплекту постачання.

Насос

Насос Bellin типу L (зображений на рисунку 2. 23). «Ексцентрикові гвинтові насоси» - це насоси, двома основними частинами яких є

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

«ротор»(гвинт з круглою різьбою), який не симетрично відносно центру обертається всередині нерухомої гумової частини, «статора» (вулканізована гума в сталевому циліндрі), - переміщуючи рідину по різноманітних порожнинах вздовж осі насосу.



Рисунок 2. 23 – Насос Bellin типу L.

В ексцентрикових гвинтових насосів Bellin є багато переваг над іншими типами насосів, що дозволяє використовувати їх в широкому діапазоні:

- низька швидкість і відповідно більш тривалий термін використання (200-500 об. /хв. в порівнянні з 1400-2800 об/хв відцентрових насосів);
- може застосовуватись для перекачування абразивних та в'язких речовин;
- рівномірний потік з мінімальною пульсацією та деформацією;
- висока міцність на старання;
- мінімальне техобслуговування;
- малошумний;
- пропускна здатність до 260 м³/год;
- тиск до 30 бар;

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

– пряма залежність пропускної здатності від швидкості дає можливість використовувати насоси Bellin для дозування.

Частотний перетворювач

Перетворювач частоти Mitsubishi серії FR-D720 (зображений на рисунку 2. 24), являє собою багатофункціональний сучасний контролер для управління роботою асинхронних електродвигунів малої і середньої потужності



Рисунок 2. 24 – Частотний перетворювач Mitsubishi серії FR-D720.

Характеристики:

- 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/

Зовнішні умови частотного перетворювача Mitsubishi серії FR-D720:

– температура навколишнього середовища: Від -10С до + 50С (без інею);

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

- температура зберігання: Від 20С до + 65С;
- допустима відносна вологість повітря: Макс. 90% (без конденсату);
- висота над рівнем моря: Макс. 1 км над рівнем моря;
- клас захисту: IP 20;
- ударна міцність: 10 G;
- вібростійкою: Макс. 0,6 G.

Монтаж:

Завжди монтуйте перетворювачі вертикально. Їх не можна встановлювати горизонтально або "лежачому" положенні, так як в цьому випадку неможлива достатня вентиляція.

Перед монтажем видаліть передню панель та кабельне введення.

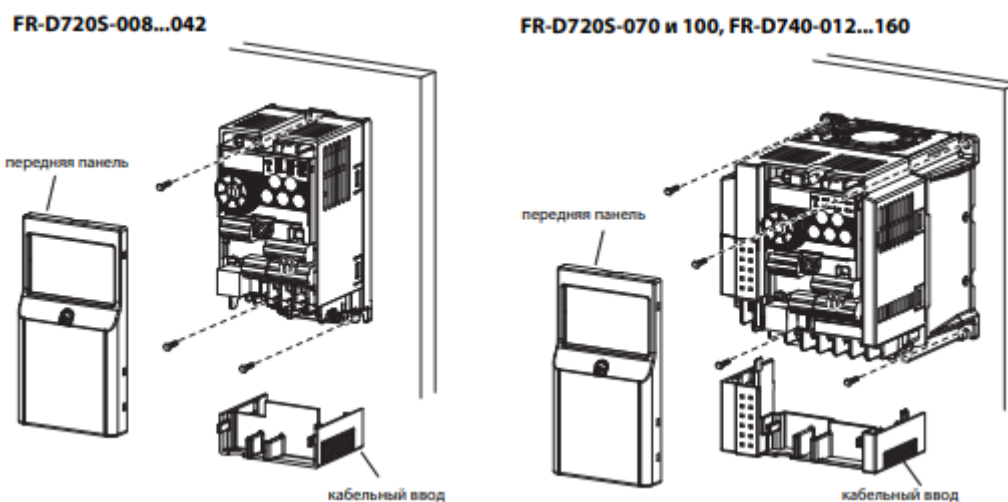


Рисунок 2. 25 – Установка на монтажній платі шафи керування.

Якщо в розподільчій шафі потрібно розмістити кілька перетворювачів частоти, то їх слід розташувати поруч один з одним (тобто ряд). Крім того, для забезпечення нормального охолодження повинні дотримуватися мінімальних відстаней.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

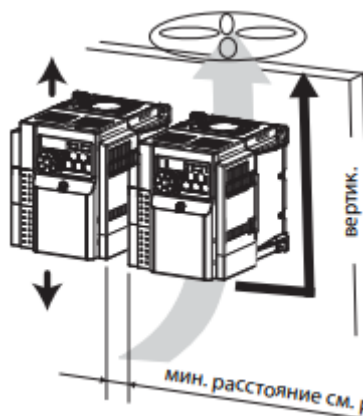


Рисунок 2. 26 – При вертикальній установці перетворювачів частоти, їх розташування на одному рівні (у ряд) та дотриманні мінімальних відстаней забезпечується хороше відведення тепла.

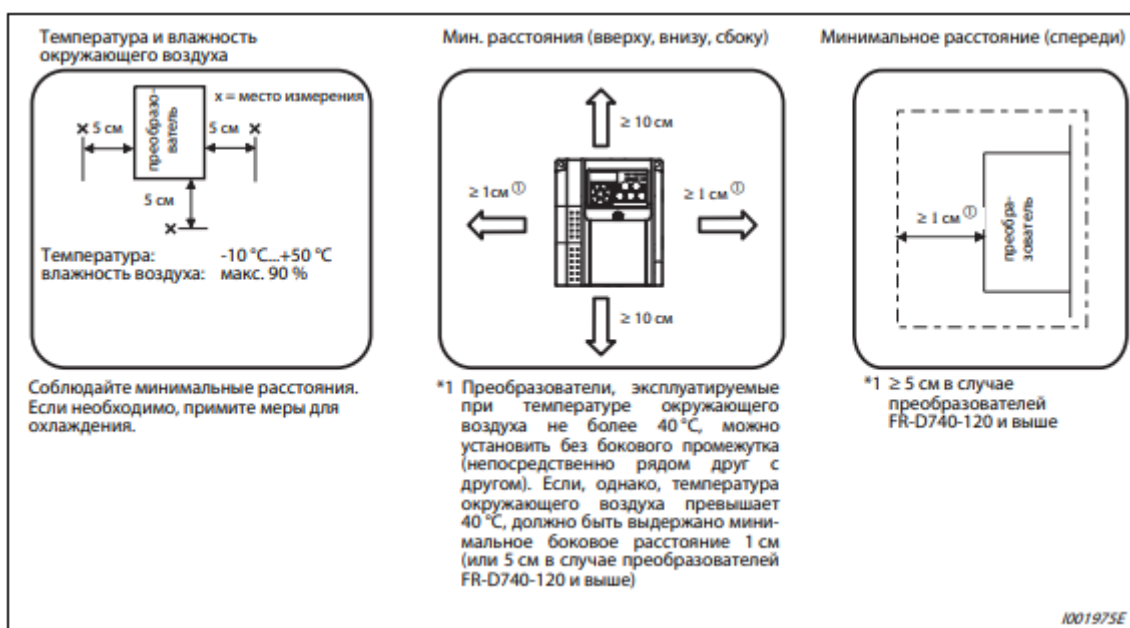


Рисунок 2. 27 – Мінімальні зазори.

Двигун

Для даної установки був вибраний Асинхронний трифазний електродвигун Двигун Able MS90S-4 (зображений на рисунку 2. 28)

Габаритні і приєднувальні розміри, якими характеризуються електродвигуни трифазні, відповідають загальноприйнятому стандарту ІЕС.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

34

Хороша продуктивність, низький рівень шуму, невелика вібрація, а також безпеку і надійна робота.

Особливості:

- захист ір55;
- монтаж в будь-якому положенні;
- алюмінієва рама;
- кабельна муфта високої міцності;
- захист ротора від корозії;
- лакофарбове покриття;
- ізоляція класу b або класу f.



Рисунок 2. 28 – Асинхронний трифазний електродвигун двигун
Able MS90S-4.

Характеристики:

- Потужність – 1.1 кВт;
- Частота обертання [об / хв] – 1 400;
- Напруга [V] – 220/380;
- Частота [Гц] – 50 Гц;
- Вага, [кг] – 14.

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

2. 2. Схема автоматизації

На схемі автоматизації процесу виготовлення карамельної маси представлено датчики температури, рівня, тиску, витратомірів, клапанів, мотору та насос.

Вимірювання витрати цукру, що потрапляє в секційний розчинник відбувається за допомогою регулятора потоку SolidFlow 2. 0, що використовується для онлайн-вимірювання сипучого матеріалу тобто цукру, та вимірює з можливістю гранул з розміром частинок від 1 нм до 10 мм. Він складається з трьох окремих приладів, а саме з сенсору(поз. 1а), боксу C1-Vox (поз. 1б), та блоку оцінки MSE 300-FH (поз. 1в). З сенсору сигнал поступає в C1-Vox та перетворює сигнал та передає його в блоку оцінки MSE 300-FH, після чого сигнал подається до ПЛК на вхідні аналогові сигнали. З ПЛК сигнал йде на Електромагнітний клапан GEVAX 1961 1/4 (поз. 1г), що регулює подачу цукру в секційний розчинник. Також вся інформація подається до ПЛК.

Вимірювання витрати гарячої води, розчиненого цукру в воді та гарячої патоки відбуваються за допомогою електромагнітних витратомірів OPTIFLUX 7300(поз. 2а, 3а, 4а), від них вхідні аналогові сигнали надходять до ПЛК. З ПЛК сигнал йде на Електромагнітний клапан GEVAX 1961 1/4 (поз. 2б, 3б, 4б), що регулює подачу гарячої води у секційний розчинник, розчиненого цукру у воді у змішувач, та гарячої патоки у змішувач. Також вся інформація подається до ПЛК.

Електромагнітний клапан GEVAX 1961 1/4 (поз. 5в), регулює подачу не увареної карамельної маси у вакуум-апарат. Також вся інформація подається до ПЛК.

Вимірювання температури в змішувачі та вакуум-апараті здійснюється термоперетворювачем ТХК-2088 К (поз. 8а, 9а), вимірний сигнал з даного перетворювача надходить на нормуючий перетворювач НПТ-1 (поз. 8б, 9б), з нього сигнал вже надходить до аналогових входів ПЛК

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

Вимірювання тиску в вакуум-апараті здійснюється перетворювачем тиску Deltabar FMD7 , що складається з 3 приладів, а саме два модулі датчиків, що вимірюють робочий тиск (високий тиск HP та низький тиск LP), сигнал з них надходить на сам первинний перетворювач, після чого вимірний сигнал з даного перетворювача надходить до аналогових входів ПЛК.

Управління обертами двигунів M1 та M2 в змішувачі та змієвиковому насосі Bellin L здійснюються за допомогою частотних перетворювачів (поз. 10а, 11а). Сигнали управління двигунами надходять з аналогового модуля виходів ПЛК до частотних перетворювачів. Також вся інформація про управління обертами двигунів надходить до ПК, де відображається.

Вимірювання рівня в змішувачі та вакуум-апараті здійснюється ємнісним рівнеміром VEGACAL 62 (поз. 5а, 6а) уніфіковані сигнали 4-20 мА з яких надходять до аналогового модуля входу ПЛК.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3 Специфікація приладів та засобів автоматизації

Таблиця 2.1 – Специфікація приладів та 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	1а, 1б, 1в	По місцю, На щиті	Регулятор потоку сипучих матеріалів в комплекті з С1-Вох, MSE 300-FH з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА, напруга живлення 24 DC, пропускна здатність до 20 т/ч, розмір крупинок від 1 нм до 1 см, Температура процесу +200°С,	Solid Flow 2.0	1	ENVEA Process GmbH, Германія
2	2а, 3а, 4а	По місцю	Електромагнітний витратомір, температура від -40. . . 100° С, напруга живлення 24 DC, з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА	OPTIF LUX 7300	3	KROHNE Messtechnik GmbH, Германія
3	1г, 2б, 3б, 4б, 5в	По місцю	Електромагнітний клапан, напруга живлення 24 DC, Температура- 10°С + 150 °С, Максимальний робочий тиск 16 бар, Максимальний робочий тиск 16 бар	GEVA X 1961 1/4" прямого дії N. С. 0 - 16 бар міні	5	Gevan, Туреччина
4	8а, 9а	По місцю	Термоперетворювач, діапазон вимірювань – від 0 до +600°С, вихідний сигнал – від 4 до +20 мА, напруга живлення 24 DC,	ТХК-2088 К	2	Україна

Таблиця 2 – Продовження.

1	2	3	4	5	6	7
5	5а, 6а	По місцю	Рівнемір, температура процесу: -50 . . . +200 ° С, тиск процесу: -1 . . . +64 бар, діапазон вимірювання: до 6 м, напруга живлення 24 DC, з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА	VEGA CAL 62	2	VEGA Grieshaber KG, Германія
6	7а	По місцю	Перетворювач тиску вимірювальний, напруга живлення 24 DC, з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА, Робоча температура -25. . . +150°С,	Deltabar FMD71	1	endress+hauser, Швейцарія
7	10а, 11а	На щиті	Частотний перетворювач, потужність 1,5 кВт, напруга живлення 380В.	Mitsubishi серії FR-D720	2	Mitsubishi Electric, Об'єднане Королівство

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

3.1 Проектування промислового логічного контролера (ПЛК)



Рисунок 3. 1 – Schneider Electric Modicon M340.

ПЛК M340 є спадкоємцем традицій та інновацій фірми Modicon, що випустила перший промисловий програмований контролер. За своїми можливостями та продуктивністю M340 займає нішу в середині модельного ряду між контролерами Twido та Premium. Загалом архітектура M340 успадковує старші контролери: згаданий Premium та найпотужнішого контролера в лінійці Schneider Electric – Quantum. Більше того, M340 програмується за допомогою того самого програмного пакета, що й старші контролери – системи Unity Pro. Це програмне середовище підтримує всі стандартні мови МЕК 61131-3: список інструкцій (LI), мова сходових діаграм (LD), мова функціональних блок-схем (FBD), мова послідовних функціональних блоків (SFC) та мова структурованого тексту (ST).

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
					<i>Розробка системи автоматизації процесу виготовлення карамельної маси</i>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Лисенко М. М.</i>					40	7
<i>Керівник</i>		<i>Міркевич Р. М.</i>			<i>НУХТ АК-4-2ск</i>			
<i>Зав. каф.</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>						
<i>Секр. ЕК</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>						

Для контролера M340 доступні такі комунікаційні протоколи: Modbus RTU/ASCII, Ethernet Modbus TCP/IP, Modbus Plus, CANopen master, Profibus DP, AS-interface V3 master. Для підключення панелі оператора типу XBT GT можна безпосередньо використовувати інтерфейс USB, таким чином немає необхідності в додатковому модулі Modbus.

Таблиця 3. 1 – Конфігурування МПК.

Вимоги	Кількість або наявність
Кількість аналогових входів 4-20 mA	9
Кількість аналогових виходів 4-20 mA	2
Кількість дискретних виходів	5

Таблиця 3. 2 – Вибір аксесуарів для модулів вводу/виводу.

Модулі вводу/виводу		Примітка
Найменування	Кількість	
BMX P34 2020	1	Процесорний модуль Schneider Electric Modicon M340
BMX CPS 2000	1	Блок живлення ПЛК
BMX AMI 0810	1	Модуль аналогових входів(28-контактна з'ємна колодка)
BMX AMM 0600	1	Модулі аналогових входів та виходів (змішані, 20-контактна з'ємна колодка)
BMX DRA 1605	1	Модуль дискретних виходів (20-контактна з'ємна колодка)

Аналогові входи

В даному проекті використовуються датчики та перетворювачі з вихідним уніфікованим струмовим сигналом 4-20 мА. Зовнішній аналоговий сигнал 4-20 мА послідовно проходить клемну колодку та потрапляє на аналогово-цифровий перетворювач модуля ВМХ АМІ 0810. За допомогою написаної програми виробляється управління в залежності від тих значень сигналу, що надійшли до модуля ВМХ АМІ 0810.

Аналогові виходи.

В даному проекті використовуються частотні перетворювачі. Уніфіковані аналогові сигнали 4-20 мА від модуля ВМХ АММ 0600 подаються на електричні регулюючі клапани та частотні перетворювачі для управління ними.

Дискретні виходи.

В даному проекті використовуються електричні дискретні клапани. Сигнал від модуля ВМХ DRA 1605 0В чи 24В постійної напруги в залежності від написаної програми послідовно проходить клемну колодку та поступає на магнітні пускачі двигунів та клапани, що відкривають чи закривають клапани.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. 2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

При розробці принципової електричної схеми живлення були використані наступні компоненти:

- пакетні вимикачі QF1-QF4 –4 шт. , для вмикання та вимикання певних гілок з технічними засобами в системі автоматизації;
- перетворювач напруги або блок живлення (БЖ) для перетворення змінної напруги 220 В в постійну напругу 24 В для живлення датчиків та електропневматичних перетворювачів.

В принциповій електричній схемі живлення та в принциповій схемі підключення датчиків та ВМ до ПЛК застосовувалася наступна нумерація провідників:

- нумерація провідників в яких протікає змінний струм починалася з 800 (800-823);
- нумерація провідників в яких протікає постійний струм починалася з 900 (900-926);
- нумерація провідників в яких проходить вимірювальний сигнал від датчиків до ПЛК починалася з 100 (100-118);
- нумерація провідників в яких проходить сигнал управління від ПЛК до електропневматичних перетворювачів починалася з 200 (200-208).

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

3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру

Контур регулювання витрати цукру

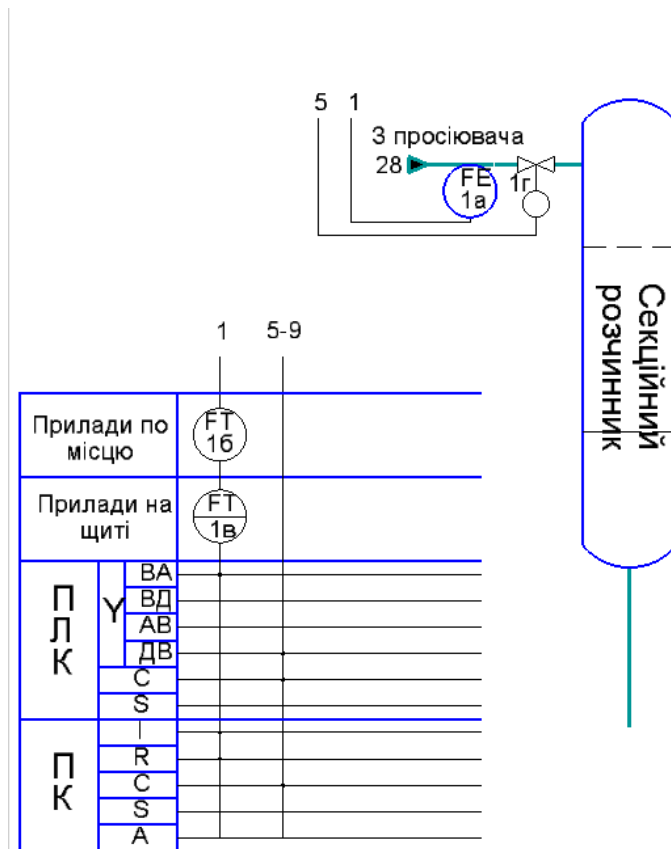


Рисунок 3. 2 – Фрагмент схеми автоматизації контуру регулювання витрати цукру.

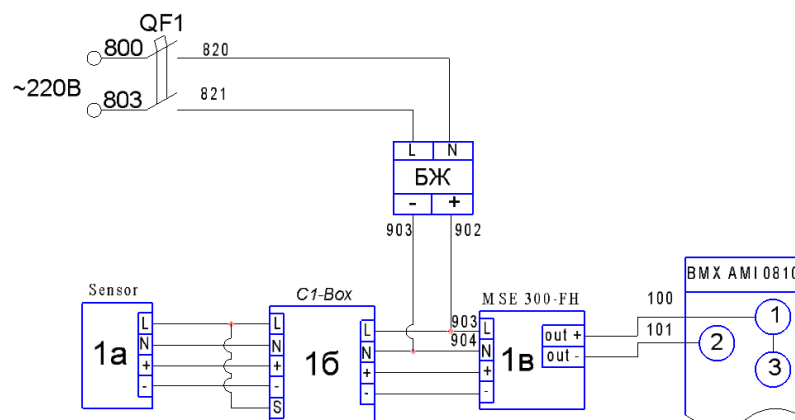


Рисунок 3. 3 – Розширена схема підключення витратоміра до модуля аналогових входів.

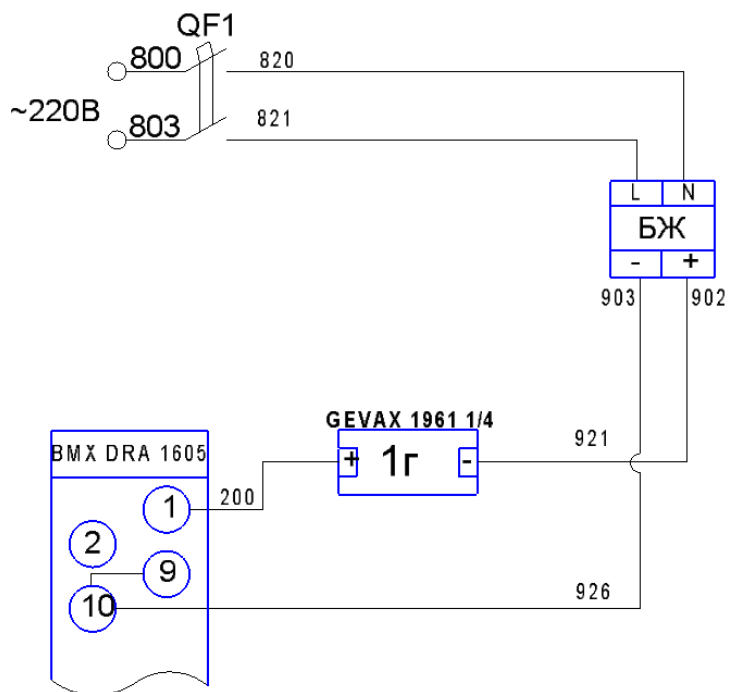


Рисунок 3. 4 – Розширена схема підключення електромагнітного клапану до модуля дискретних виходів.

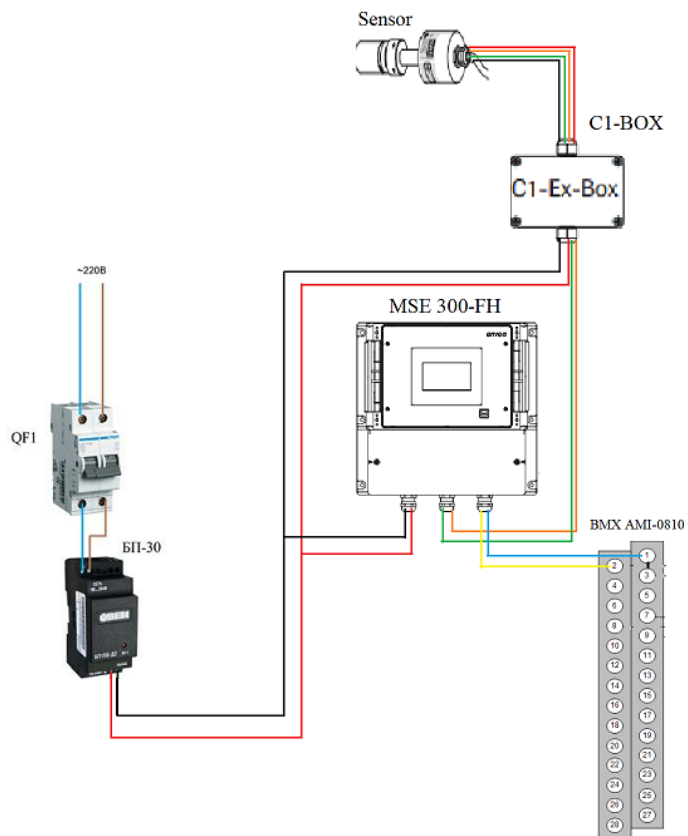


Рисунок 3. 5 – Графічна схема підключення витратоміра до модуля аналогових входів.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

45

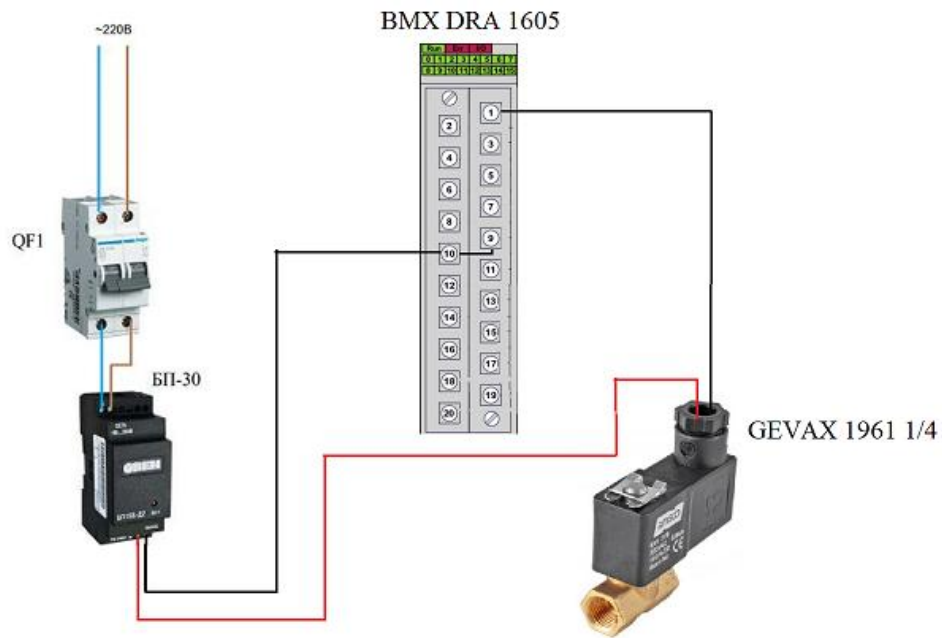


Рисунок 3. 6 – Графічне зображення підключення клапану до модуля дискретних виходів.

Витрата цукру визначається витратоміром сипучих речовин позиція 1а сигнал з якого надходить на вторинні перетворювачі після чого у вигляді аналогового сигналу подаються на вхід модуля BMX AMI 0810.

В залежності від кількості витраченого цукру ПЛК видає сигнал на модуль дискретних виходів BMX DRA 1605 на закриття або відкриття клапану подачі цукру.

Витратомір та клапан живляться від напруги 24В постійного струму, що надходить від блоку живлення БП-30. Напруга подається через автоматичний вимикач QF1.

Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу

Регулятор потоку SolidFlow 2. 0 використовується для онлайн-вимірювання сипучого матеріалу тобто цукру, та вимірює з можливістю гранул з розміром частинок 1 нм до 10 мм. SolidFlow характеризується простою установкою і зносостійкістю. До його складу входять ще 2 прилади, а саме, бокс C1-Box, та блок оцінки MSE 300-FH.



Рисунок 4. 1 – Регулятор потоку сипучих матеріалів SolidFlow 2. 0.

Принцип дії регулятора потоку сипучих матеріалів регулятору:

Датчик працює на базі мікрохвильових технологій та використовується тільки в металевих трубопроводах. Мікрохвилі, стикаючись зі стінками трубопроводу, утворюють вимірювальне поле. Отримана енергія відбивається частинками матеріалу. Регулятор потоку працює як лічильник частинок, який шляхом частотної селекції вважає тільки рухомі частинки в одиницю часу. Калібрування здійснюється на місці установки шляхом натискання на кнопку і введення калібрувального значення.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Лисенко М. М.			Розробка системи автоматизації процесу виготовлення карамельної маси	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Міркевич Р. М.					47	3
Зав. каф.		Смітюх Я.В.			НУХТ АК-4-2ск			
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

Основні області застосування:

- біомаса;
- виробництво цементу;
- хімічна промисловість;
- вугільна промисловість;
- виробництва покриттів;
- харчова промисловість;
- спалювання сміття;
- викопні;
- деревообробка;
- вапняний завод;
- енергетика;
- виробництво гіпсу;
- електростанції;
- металургія.

Для складання датчика місце встановлення вказується відповідно до вхідного і вихідного шляхів, що транспортуються.

У разі діаметрів труб понад 200 мм використовуються 2 або 3 датчики на кожну точку вимірювання, причому датчики розташовані під кутом 90° або 120° один до одного:

- від діаметра труби 300 мм використовується 2 датчика. Датчик повинен бути встановлений зі зміщенням відносно один одного під кутом 90° (зображено на рисунку 8. 2).
- з діаметра труби 400 мм використовується 3 датчика. Датчик повинен бути встановлений зі зміщенням відносно один одного під кутом 120° (зображено на рисунку 8. 3).

В умовах вільного падіння (наприклад, після гвинтів конвеєра або поворотних конвеєрів) ідеально підходить вхідний шлях (висота падіння) не менше 300 мм. Більш короткі вхідні шляхи можливі за домовленістю.

Кронштейн датчика (зварювальне гніздо) приварений у зазначеному місці встановлення.

Після цього через кронштейн датчика і стінку труби просвердлюється свердловина діаметром 20 мм. Потім датчик налаштовується на товщину стінки, вставляється і фіксується за допомогою сполучної гайки.

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

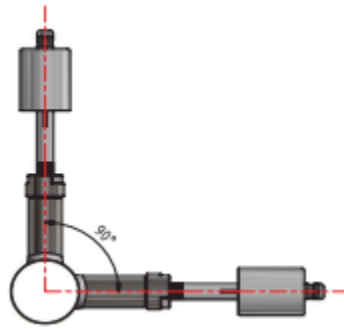


Рисунок 4. 2 – Використання 2 датчиків в 1 трубопроводі.

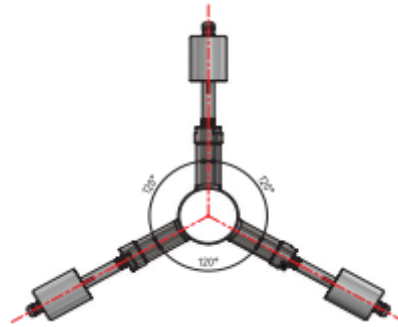


Рисунок 4. 3 – Використання 3 датчиків в 1 трубопроводі.

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

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

Процес виготовлення карамельної маси відбувається за наступним алгоритмом:



					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Лисенко М. М.			Розробка системи автоматизації процесу виготовлення карамельної маси	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Міркевич Р. М.					50	4
Зав. каф.		Смітюх Я.В.			НУХТ АК-4-2ск			
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

Змінні для програми в ПЛК представлені в таблиці 5. 1.

Таблиця 5. 1 – Змінні для програми в ПЛК

Ім'я змінної	Адреса	Найменування
FE_1a	%IW0. 1. 0	Витратомір
FE_2a	%IW0. 1. 1	Витратомір
FE_3a	%IW0. 1. 2	Витратомір
FE_4a	%IW0. 1. 3	Витратомір
LE_5a	%IW0. 1. 4	Рівнемір
LE_6a	%IW0. 1. 5	Рівнемір
TE_8a	%IW0. 2. 0	Датчик температури
TE_9a	%IW0. 2. 1	Датчик температури
KL_1g	%Q0. 3. 0	Клапан подачі цукру
KL_2b	%Q0. 3. 1	Клапан подачі з котла
KL_3b	%Q0. 3. 2	Клапан подачі з секційного розчинювача
KL_4b	%Q0. 3. 3	Клапан подачі з водяної бані
KL_5v	%Q0. 3. 4	Клапан подачі до вакуум апарату
PUSK	%M102	Запуск програми
SIC_10a	%QW0. 2. 4	Мішалка
SIC_11a	%QW0. 2. 5	Насос
PT_7b	%IW0. 1. 6	Датчик тиску

Основну програму написано на мові FBD і показано на рисунку 5. 1.

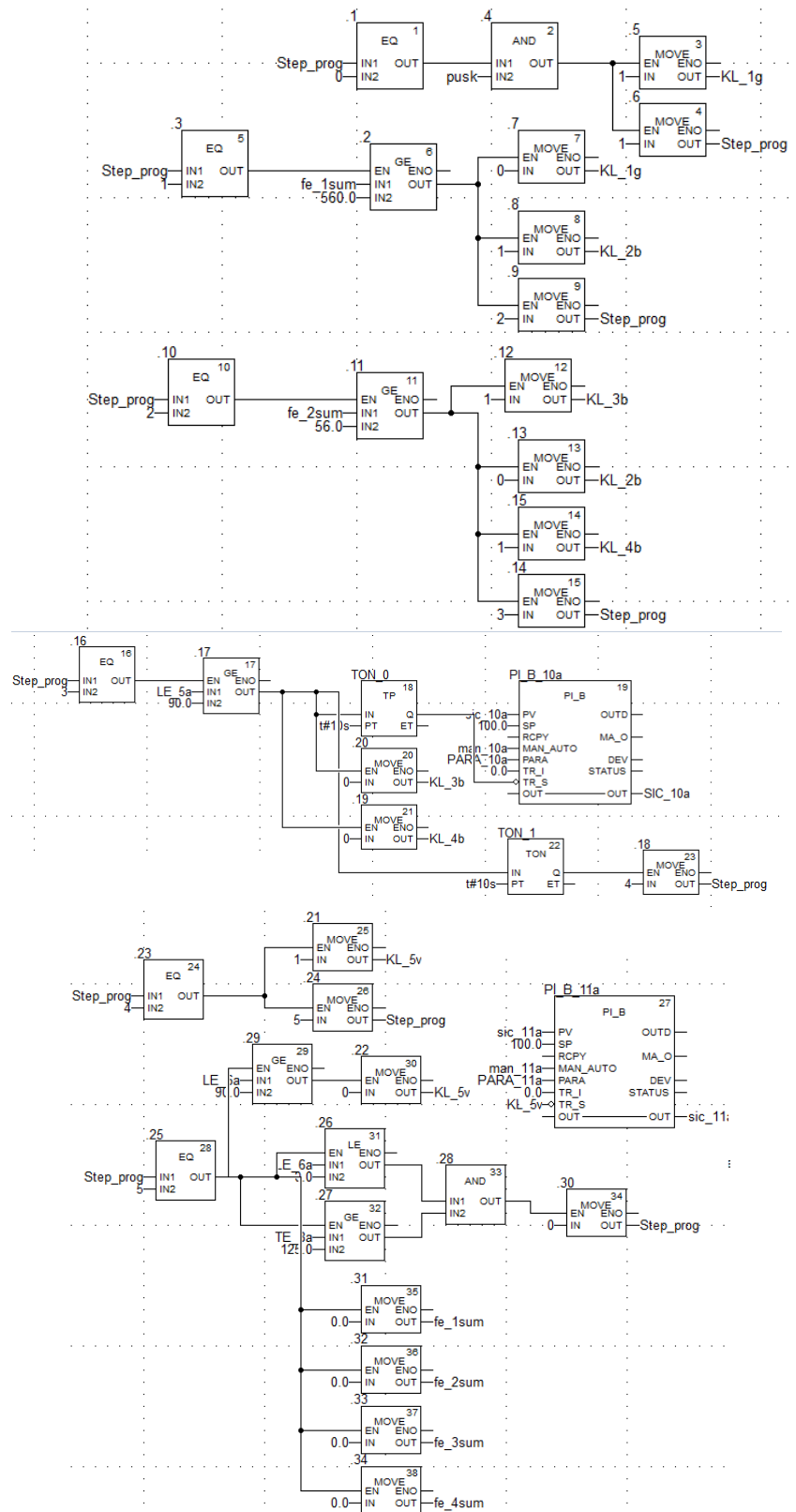


Рисунок 5. 1 – Основна програма в ПЛК.

Окрім основної програми створено дві додаткові секції, які призначені для прив'язки змінних до входів та виходів ПЛК та для підрахунку витрат.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Дані програми показані відповідно на рисунках 5. 2 та 5. 3.

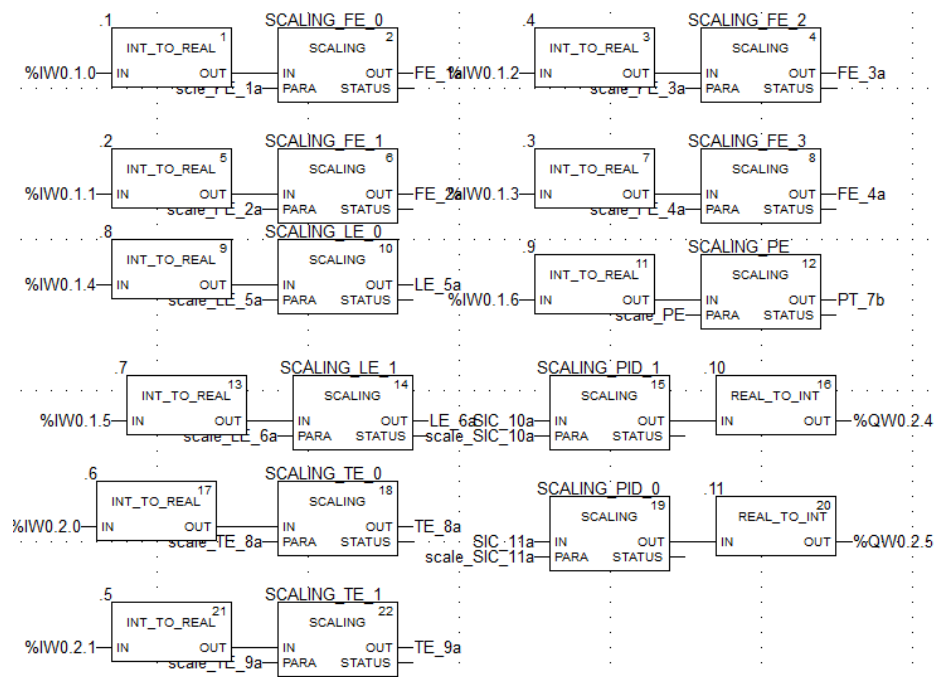


Рисунок 5. 2 – Програма прив'язки до входів та виходів ПЛК.

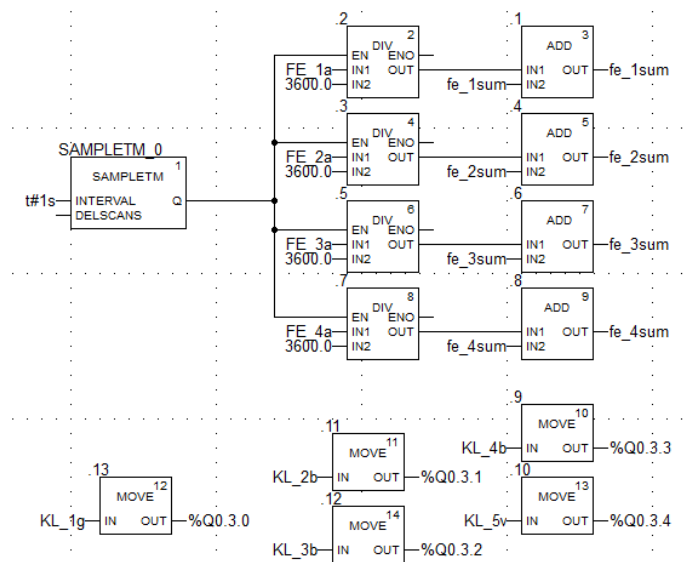


Рисунок 5. 3 – Програма підрахунку витрат.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

6. 1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI

Мнемосхема процесу виготовлення карамельної маси розроблена в SCADA-програмі Citect SCADA. Опис змінних для SCADA-програми наведено в таблиці 6. 1.

Таблиця 6. 1 – Опис змінних для SCADA-програми

Ім'я тегу	Адреси	Тип даних	Мін. Вхідне значення	Макс. Вхідне значення	Мін. Значення в одиницях виміру	Макс. Значення в одиницях виміру
TE_9a	%MW120	REAL	0. 0	600. 0	0. 0	600. 0
TE_8a	%MW118	REAL	0. 0	600. 0	0. 0	600. 0
SIC11	%MW116	REAL	0. 0	100. 0	0. 0	100. 0
SIC10	%MW114	REAL	0. 0	100. 0	0. 0	100. 0
PUSK	%M102	DIGITAL	0	1	0	1
PE	%MW112	REAL	0. 0	100. 0	0. 0	100. 0
LE_6a	%MW110	REAL	0. 0	100. 0	0. 0	100. 0
LE_5a	%MW98	REAL	0. 0	100. 0	0. 0	100. 0
KL5	%M114	DIGITAL	0	1	0	1
KL4	%M113	DIGITAL	0	1	0	1
KL3	%M112	DIGITAL	0	1	0	1
KL2	%M111	DIGITAL	0	1	0	1
KL1	%m110	DIGITAL	0	1	0	1
FE_4a_sum	%MW106	REAL	0. 0	10000. 0	0. 0	1000. 0
FE_3a_sum	%MW104	REAL	0. 0	10000. 0	0. 0	1000. 0
FE_2a_sum	%MW102	REAL	0. 0	10000. 0	0. 0	1000. 0
FE_1a_sum	%MW100	REAL	0. 0	10000. 0	0. 0	1000. 0

					Кваліфікаційна робота			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Лисенко М. М.</i>			<i>Розробка системи автоматизації процесу виготовлення карамельної маси</i>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Міркевич Р. М.</i>					54	2
<i>Зав. каф.</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>			НУХТ АК-4-2ск			
<i>Секр. ЕК</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>						

6. 2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Мнемосхема допомагає оператору контролювати процес та реагувати на виникнення різних аварійних ситуація з автоматизованого робочого місця(АРМ).

Вигляд мнемосхеми процесу виготовлення карамельної маси представлена на Рисунок 6. 1.

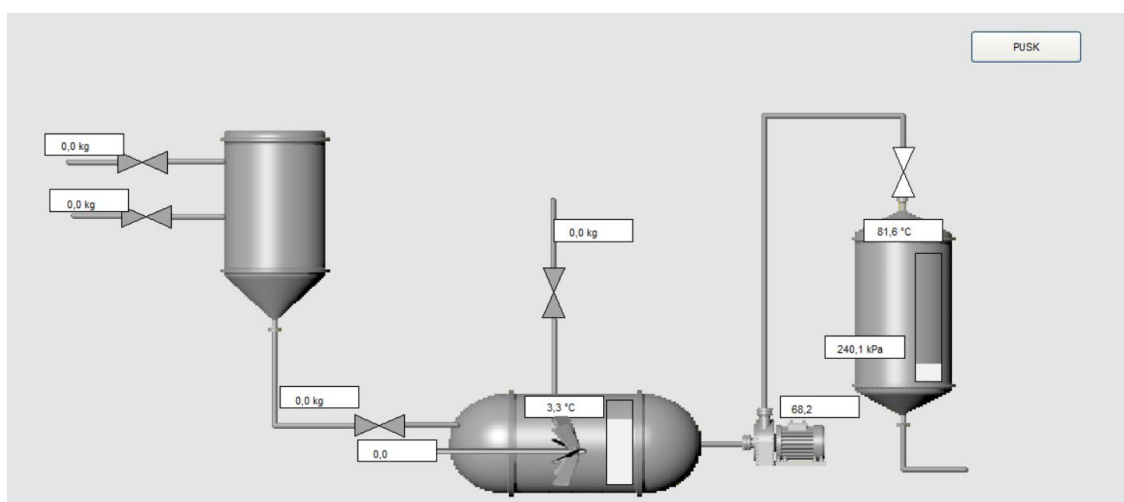


Рисунок 6. 1 – Мнемосхема процесу виготовлення карамельної маси.

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

Висновки

В кваліфікаційній роботі було розглянуто та проведено опис розробки системи автоматизації процесу виготовлення карамельної маси.

У даній системі використовуються сучасні датчики, промисловий логічний контролер та виконавчі механізми різного призначення.

Для даної системи було обрано ПЛК Schneider Electric M340.

З використанням програмного забезпечення Citect Scada 2018 розроблена схема автоматизованого робочого місця.

Розроблена проектна документація системи автоматизації процесу виготовлення карамельної маси з використанням усіх сучасних засобів автоматизації, що забезпечує найбільш оптимальне проходження технологічного процесу. Збільшує контроль під час процесу виготовлення карамельної маси, допомагає покращувати якість карамелі, зменшує брак серед продукції та збільшує коефіцієнт корисної дії.

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

Список використаної літератури

1. Насос Bellin типу L [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://mir-nasosov.com.ua/ru/product-ion/bellin-tip-l>. (17. 04. 2023)
2. Електромагнітний витратомір OPTIFLUX 7300 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://krohne.com/en/products/flowmeasurement/flowmeters/electromagnetic-flowmeters/optiflux-7300>. (17. 04. 2023)
3. Частотний перетворювач Mitsubishi серії FR-D720 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://chastotnik.com.ua/Mitsubishi+Elec-tric-r-FR-D720S-070SC-EC>. (17. 04. 2023)
4. Електродвигун Able MS90S-4 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://xn--80aqy.com.ua/katalog_elektrodvigatelei_air/air71v8elektrodiviga-tel-0-25-kvt-750-ob-min/. (17. 04. 2023)
5. Термоелектричний перетворювач ТХК-2088 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://standart-m.com.ua/kipia/termopreobrazovate-li/termopary/preobrazovateli-termoelektricheskie-thak-2088>. (17. 04. 2023)
6. Перетворювач тиску Deltabar FMD71 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.easc.endress.com/ru/Tailormade-field-instrumentation/izmerenie-davleniya/Deltabar-FMD71?t.tabId=product-overview>. (17. 04. 2023)
7. Регулятор потоку сипучих матеріалів SolidFlow 2. 0 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.envea.global/s/process/flowmeas-urement/solidflow-2-0/>. (17. 04. 2023)
8. Електромагнітний клапан GEVAX 1961 1/4" прямої дії N. C. 0 - 16 бар міні [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://goodmax.com.ua/uk/product/elektromagnitnyj-klapan-gevax-1961-14-pry-amogo-dejstviya-nc-0---16-bar-mini>. (17. 04. 2023)
9. Рівнемір VEGACAL 62 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.koda.ua/ukr/products/desc.html?id=636>. (17. 04. 2023)

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

10. Ельперін І.В. Промислові контролери: Навчальний посібник / І.В. Ельперін // К.: НУХТ. – 2003. – 320 с.
11. 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/>.
12. 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/>.
13. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К. : Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
14. 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.
15. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навчальний посібник / В.Г. Трегуб. — К. : Видавництво Ліра-К, 2014. — 344 с.
16. Трегуб В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: навчальний посібник / В. Г. Трегуб.— К.: НУХТ, 2006 – 139 с.
17. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій [Текст]: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. — К. : НУХТ, 2014. – 600 с.
18. 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.
19. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.1 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2004. – 184 с.
20. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.2 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2005. – 115 с.

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

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

22. 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.

23. Луцька Н.М. Оптимальні та робастні системи керування технологічними об’єктами : монографія / Н.М.Луцька, А.П.Ладанюк. – К. : Видавництво Ліра-К, 2015. – 288 с.

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

25. 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.

26. 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.

27. 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.

28. 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.

29. 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. –

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

К. : Видавництво Ліра-К, 2016. – 312 с.

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

31. 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.

32. Innovative energy-saving technologies in biotechnological objects control / A. Chochowski, I. Chernyshenko, V. Kozyrskyi, V. Kyshenko, A. Ladaniuk, V. Lysenko, V. Reshetiuk, I. Smitiukh, V. Shtera, V. Shcherbatiuk. - K.: Tsentr Uchbovooi Literatury, 2014.- 240 p.

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

34. 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.

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

36. 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.

37. 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)

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

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

39. Ладанюк А.П. Методологія наукових досліджень [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Л.О. Власенко, В.Д. Кишенько. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 352 с.

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

41. Сценарний підхід при автоматизації технологічних процесів [Текст]: монографія / Я.В. Смітюх, А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Б.М. Гончаренко . – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. – 173 с. – ISBN: 978-613-9-87035-6

42. Оптимізація процесів переробки сільськогосподарської сировини [Текст]: монографія / В.О. Мірошник В.О., М.А. Гачковська, В.Д.Кишенько, О.В. Грабовська.– К.:ЦП “Компринт”, 2019.– 479 с.

43. Кишенько В. Д. Ідентифікація та моделювання об'єктів автоматизації [Текст]: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними процесами", 6.092500 "Комп'ютерно- інтегровані процеси та виробництва" напряму 0925 ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2007. — 102 с.

44. Кишенько В. Д. Інтелектуальні системи [Текст]: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними", 6.092500 "Комп'ютерно-інтегровані процеси та виробництва" напряму 0925 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2008. — 133 с.

45. Кишенько В.Д. Інтелектуальні системи. Практикум [Електронний ресурс]: навчальний посібник / В. Д. Кишенько, Ю. О. Самойленко, Я. В. Смітюх. – Київ : НУХТ, 2017. — 67 с.

46. Кишенько В.Д. Моделювання систем [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студ. освіт. ступ. "Магістр" спец. 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" спеціал. "Автоматизація та

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

інтелектуальні системи керування технологічними комплексами" ден. форми навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2016. — 205 с.

47. Романов М.С. Синергетичні основи сталого інноваційного розвитку харчової промисловості [Текст]: концептуальний підхід, наукове видання / М.С. Романов. – К.: НУХТ, 2019. – 71 с.

48. 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.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		