

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації і 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:

Завідувач кафедри АКТСУ
_____ Ярослав СМІТЮХ
«___» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Лемегова Артема Дмитровича

1. Тема роботи: «Розробка системи автоматизації процесу сушіння молока»

керівник роботи Барилюк Олена Вікторівна,

затверджені наказом закладу вищої освіти від 19 грудня 2023 року № 1001-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 14 лютого 2024 року

3. Вихідні дані роботи: відомості про технологічний процес та режими приймання та сушіння зернових культур, умови експлуатації елеваторів, сушарок та вимоги до їх систем автоматизації, технічна документація на засоби автоматизації та програмні середовища і продукти, матеріали переддипломної практики.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно 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 технічних засобів. 5.Опис спеціального програмного забезпечення для промислового

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

5.Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Функціональна схема автоматизації 2. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 25 грудня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач

(підпис)

Артем ЛЕМЕГОВ

Керівник роботи

(підпис)

Олена БАРИЛЮК

Анотація

В кваліфікаційній роботі проведено розробку системи автоматизації процесу сушіння молока. В роботі представлено опис технологічного процесу сушки молока на молокозаводі, представлено завдання на систему автоматизації, розроблено схему автоматизації, специфікацію технічних засобів автоматизації, монтажну схему технічних засобів автоматизації – ультразвукового рівнеміра фірми KOBOLD , схему підключення датчиків та виконавчих механізмів до ПЛК та розширені схеми підключення технічних засобів. Розроблено алгоритм та програму для керування сушильною установкою. Програма розроблена для ПЛК Schneider Electric Modicon M251. Інтерфейс дисплейної мнемосхеми процесом сушіння молока в програмному забезпеченні від фірми Trace Mode та її вигляд представлено в записці.

Ключові слова: розпилювальна сушильна установка молока, ПЛК Schneider Electric, витратомір SITRANS FX 300, ультразвуковий рівнемір фірми KOBOLD, контроль і регулювання температури в приймальному баку.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

Annotation

In the qualification work, the development of the automation system of the milk drying process was carried out. The paper presents a description of the technological process of drying milk at a dairy plant, presents tasks for the automation system, developed an automation scheme, a specification of technical means of automation, an assembly diagram of technical means of automation - an ultrasonic level meter of the company KOBOLD, a scheme for connecting sensors and actuators to a PLC, and extended schemes for connecting technical means. An algorithm and a program for controlling the drying plant have been developed. The program is developed for the Schneider Electric Modicon M251 PLC. The display mnemonic interface of the milk drying process in the Trace Mode software and its appearance is presented in the note.

Keywords: milk spray drying plant, Schneider Electric PLC, SITRANS FX 300 flow meter, KOBOLD ultrasonic level meter, temperature control and regulation in the receiving tank.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

Зміст

Вступ.....	6
Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації.....	8
1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації	
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.....	12
Розділ 2. Система автоматизації.....	13
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО)	
2.2. Схема автоматизації.....	22
2.3. Специфікація засобів автоматизації.....	26
Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера(ПЛК) та схеми підключення.....	28
3.1 Проектне компонування промислового логічного контролера(ПЛК)	
3.2 Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК.....	35
3.3. Розширені схеми підключення для окремих контурів.....	37
Розділ 4. Креслення встановлення технічних засобів.....	40
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК).....	44
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога.....	49
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI	
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.....	53
Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання.....	55
7.1. Постановка задачі дослідження	
7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі.....	57
7.3. Моделювання САР.....	58
7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків.....	60
Висновок.....	64
Список використаної літератури.....	65

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Автоматизація технологічних процесів є одним з вирішальних факторів підвищення продуктивності та поліпшення умов праці. Всі існуючі та ті, що будуються промислові об'єкти, в тій чи іншій мірі оснащуються засобами автоматизації.

Проектами найбільш складних виробництв, особливо металургії, нафтопереробці, хімії і нафтохімії, на об'єктах виробництва мінеральних добрив, енергетики та в інших галузях промисловості, передбачається комплексна автоматизація ряду технологічних процесів. Основи підвищення продуктивності праці.

Під продуктивністю праці розуміється кількість продукції, що виготовляється за певний період часу, який визначається витратами робочого часу на одиницю продукції. Витрати праці вимірюються робочим часом.

Зростання продуктивності праці означає збільшення продукції, що виробляється за одиницю робочого часу, за рахунок економії праці, що витрачається на одиницю продукції. Практично жодна галузь промисловості, жодне підприємство не могли б розвинути необхідних темпів, якби не спиралися на систематичне підвищення продуктивності праці. Продуктивність праці визначається в першу чергу його технічним озброєнням, технічним прогресом.

При організації нового виробництва закладається більш висока продуктивність, так як при проектуванні його враховуються всі сучасні досягнення. На діючих підприємствах зростання продуктивності праці забезпечується шляхом реконструкції і модернізації технологічних процесів та обладнання, впровадження комплексної механізації і автоматизації.

Автоматизація процесів суттєво змінюють зміст виробничого процесу у відношенні як режимів виконання, так і впливу на виріб. Фізична суть технологічного процесу або операції, принципи управління ними та оптимальні режими досліджуються в основному в лабораторних умовах. У цех переносять тільки відпрацьовані процеси.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Встановлення найвигіднішого рівня автоматизації визначається техніко-економічним розрахунком за відомими показниками.

Автоматизація виробничого та технологічного процесів повинні розглядатися як з точки зору вдосконалення устаткування, технологічного оснащення і якості процесу, так і з точки зору забезпечення техніко-економічної ефективності.

Системи автоматизації набувають нових властивостей системного характеру:

- впровадження комп'ютерних технологій та вдосконалення структури існуючих багаторівневих систем управління;
- використання сучасних програмних засобів для візуалізації технологічної інформації, її зберігання;
- інтелектуалізація виконуваних функцій з використанням елементів штучного інтелекту.

При автоматизованому режимі роботи установки чи лінії, роль людини здебільшого зводиться до вмикання об'єкта або до виконання окремих ручних функцій.

Метою реалізації даної кваліфікаційної роботи є розробка системи автоматизації відділення сушки молока на сучасному молокозаводі[1]. Впроваджені нововведення повинні забезпечити точність отриманих даних про технологічні параметри і чіткість прийнятих рішень для їх регулювання. Завдяки вчасному надходженню даних про відхилення і коливання технологічних параметрів, відносно допустимих меж, має зрости надійність функціонування технологічного обладнання.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації

1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації

На більшості сучасних молокозаводів процес сушіння молока здійснюється на розпилювальній сушильній установці "Нема-500". При сушінні продукт розпорошується й висушується в атмосфері гарячого повітря. Зневоднювання продукту відбувається в результаті випару вологи з поверхні дрібних крапель молока. Розпилювальне сушіння [1,2] дозволяє одержати високу якість продукту поряд з порівняно невеликими енергетичними витратами.

Перед початком сушіння включається головний вентилятор, що "засмоктує" повітря через масляні фільтри в калорифери 1 й 2. У калориферах очищене повітря нагрівається до температури 165-180°C и надходить через дві щілини в сушильну вежу, що перебуває під невеликим розрідженням. У цей час насос подає згущене молоко на диск розпилювального паротурбінного привода розпилювальної сушарки, що обертається зі швидкістю 7,85-8,15 тис. обертів у хвилину. Дискові розпилювачі більше універсальні в застосуванні в порівнянні з форсуночними й дозволяють одержати рівномірне розпилення навіть при змінній витраті згущеного молока. При подачі згущеного молока на дискові розпилювачі не потрібно створення високих тисків[2]. Згущений продукт подається в отвір у центрі диска, що з'єднується із шістьма радіальними каналами. Рідина, що виходить по окружності диска розпорошується під дією відцентрових сил (окружна швидкість - 100 м/с). Для одержання більших швидкостей обертання використовується парова турбіна.

Висока швидкість сушіння обумовлена великою сумарною поверхнею крапель молока, що становить при величині крапель 30-80 мкм близько 100-150 м² на 1 л молока. При швидкому випарі вологи, температура повітря в зоні розпилення знижується до 75-95°C, тому молочний продукт не піддається

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Лемегов А.Д			Розробка системи автоматизації процесу сушіння молока	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Барилук О.В					8	
Секретар		Крупська Т.М				Сумська філія НУХТ		
Зав.каф		Смітюх Я.В				Гр.ЗАВ 3-1		
Н.контроль								

сильному тепловому впливу, що сприяє збереженню біологічно активних речовин у сухому продукті.

Великі частки сухого порошку, у вигляді напівфабрикату, падають на дно вежі, звідки збиральним механізмом (шкребками) через щілину надходять на шнековий транспортер, далі на сито. Більше дрібні частки несуться потоком повітря й уловлюються матер'яними фільтрами. Сухе молоко з фільтрів струшуються в бункер, далі на сито з розміром січення 2x2 мм.



Рисунок 1.1 –Зовнішній вигляд відділення сушки молокозаводу

Просіяне молоко в системі пневмотранспорту охолоджують до температури 15-20°C. Охолоджені сухі молочні продукти впаковують і зберігають до відвантаження споживачеві. Строк зберігання сухого незбираного молока при температурі 1-10°C становить не більше 10 місяців, при вологості продукту не більше 4% для герметично впакованих[2].

Найкраща якість готової продукції досягається на розпилювальних сушарках. Розчинність напівфабрикату становить 96-98%. Продуктивність по випаруваній волозі розпилювальних сушарок "Нема-500" 1000 кг у час й більше.

Для реалізації технологічного процесу сушіння молока й молочних продуктів

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пропонується програмно-апаратний комплекс, функціональна схема якого представлена на рис. 2.2

Для сухого знежиреного й незбираного молока, а також для кристалізованого концентрату сироватки, використовується відцентрове розпилення, а для сухих порошоків з дуже високою щільністю й для легкоципучого незбираного напівфабрикату варто вибрати сопла низького тиску в сполученні із процесом двоступінчастого сушіння.

Принцип розпилювального сушіння полягає в перетворенні концентрату у велику кількість дрібних крапель, що піддають впливу гарячого повітря.

Висушування відбувається, здебільшого, при проходженні краплі через гаряче повітря. Це здійснюється в межах 1м від крапки розпилення, і через випар вологи з концентрату забезпечується основний перепад температури сушильного повітря.

Сушильний процес буває різного компонування - одноступінчастий або двоступінчастий.

Для виробітку сухих молочних продуктів застосовують молоко не нижче II сорту й кислотністю не більше 20°T , вершки з масовою часткою жиру не більше 40% і кислотністю не більше 26°T , знежирене молоко і склотини кислотністю не більше 20°T . Здійснюють підготовку молока (очищення, охолодження й т. п).

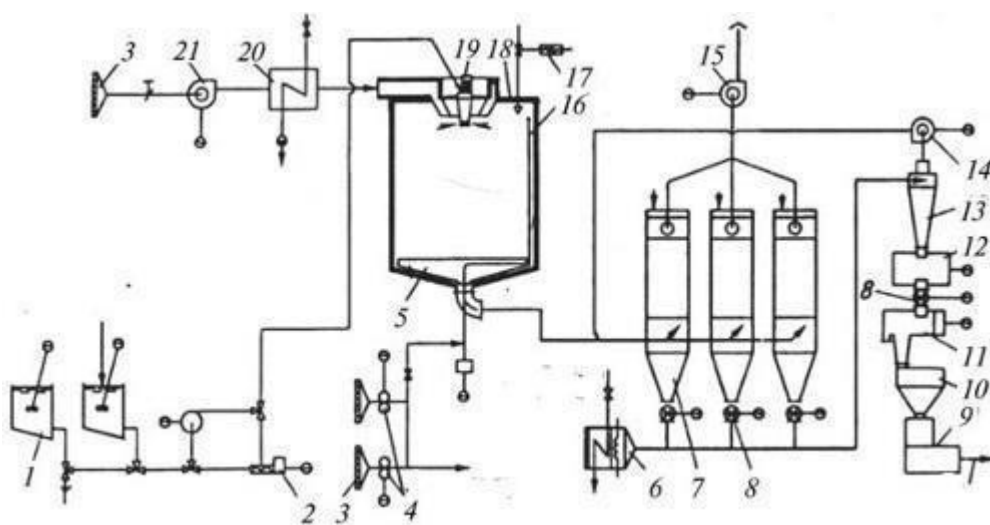


Рисунок. 1.2 Функціональна схема технологічного процесу сушіння молока

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Сушарка складається з таких елементів: – продукт; 7 – ванна; 2 - насос-дозатор; 3 - фільтри для повітря; 4 - газодувки; 5 - пневмокороб; 6 - охолоджувач; 7 - фільтри для продукту; 8-роторні затвори; 9-дозувально-пакувальний агрегат; 10- бункер; 77- просіювач; 12 - пастка; 13-циклон; 74,15,21-вентилятори; 16- пневмометла; 17 - електромагнітний вентиль; 18 - сушильна камера; 19-дисковий розпилювач; 20 - паровий калорифер.

Нормалізацію молока проводять, додаючи в нього вершки, знежирене молоко або склотини. У нормалізованій молочній суміші співвідношення жиру й СОМО (сухого знежиреного молочного залишку) повинне бути таким же, як і у готовому продукті. Молоко пастеризують при температурі 95°C без витримки, фільтрують і направляють у вакуум-випарну установку на згущення[4].

Основними завданнями автоматизованої системи керування процесом сушіння молока є:

- збір й обробка технологічної інформації, взаємодія із програмувальним логічним контролером, датчиками, виконавчими механізмами;
- візуалізація технологічного процесу;
- автоматизоване регулювання температури повітря на вході шляхом впливу на регулювальний орган, встановленого на лінії подачі повітря в калорифер; підтримка на заданому рівні температури повітря на виході із сушильної вежі;
- збір даних по "історії" роботи системи, подання їх у вигляді графіків, таблиць, звітів і т.д.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2. Розробка завдання на систему автоматизації

Таблиця 1.1.

№	Машина, Апарат, установка	Параметр, місце, відбор, сигнал	Припустиме значення параметру	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління
1	Початкова зона сушильної башні	Температура	20...50 °С	регулювання	Стабілізація, відображення, сигналізація
2	Циклон	Температура	165...180 °С	регулювання	Стабілізація відображення, реєстрація, сигналізація
3	Калорифер №2	Температура	165...180 °С	регулювання	Стабілізація відображення, реєстрація, сигналізація
4	Вихід циклону	Температура	55-70 °С	контроль	Відображення, реєстрація
5	Приймальний бак	Температура	20-30 °С	контроль	Відображення, реєстрація
6	Приймальний бак	Рівень	1.5 м	регулювання	Стабілізація відображення, реєстрація
7	Приймальний бак	Рівень	1.0м	контроль	Відображення, реєстрація
8	Трубопровід згущеного молока	Тиск	3 кгс/см ²	контроль	Відображення на ПЕОМ, реєстрація
9	Трубопровід повітря на розпилювач	Тиск	7 кгс/см ²	регулювання	Стабілізація відображення, реєстрація
10	Трубопровід згущеного молока	Витрата	3 м3/год	регулювання	Стабілізація відображення, реєстрація
11	Конвеєр сухого молока	Витрата	2 т/год	регулювання	Стабілізація відображення ПЕОМ, реєстрація
12	Вентилятор	Привод	-	керування	Стабілізація відображення ПЕОМ, реєстрація
13	Шнек підбирача	Привод	-	керування	Стабілізація відображення ПЕОМ, реєстрація

Розділ 2. Система автоматизації

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

Для вимірювання температури - термоперетворювач ТСМУ Метран-274.

Термоперетворювач Метран-274-Ех, можуть застосовуватися у вибухонебезпечних зонах, в яких можливе утворення вибухонебезпечних сумішей газів, парів, горючих рідин з повітрям категорій ІІА, ІІВ і ІІС, груп Т1 - Т6 по ГОСТ Р 51330.11-99.

Призначені для вимірювання температури нейтральних і агресивних середовищ, по відношенню до яких матеріал захисної арматури є корозійностійким[17].



Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд термоперетворювача Метран ТСМУ 274

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Лемегов А.Д				Розробка системи автоматизації процесу сушіння молока	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Барилук О.В						13	
Секретар	Крупська Т.М					НУХТ		
Зав.каф	Смітюх Я.В					ЗАВЗ-1		
Н.контроль								

Чутливий елемент первинного перетворювача і вбудований в головку датчика вимірювальний перетворювач, перетворюють вимірювану температуру в уніфікований вихідний сигнал постійного струму, що дає можливість побудови АСУТП без застосування додаткових нормують перетворювачів.

Вихідний сигнал 4-20мА;

Первинні перетворювачі:

100М, 50М з можливістю вимірювання температури до 180 ° С;

Rt100, 100П з можливістю вимірювання температури до 500 ° С;

ТХА (К) з можливістю вимірювання температури до 1000 ° С

Жароміцні і корозійностійкі захисні арматури

Вибухозахищені виконання Exd або Exi

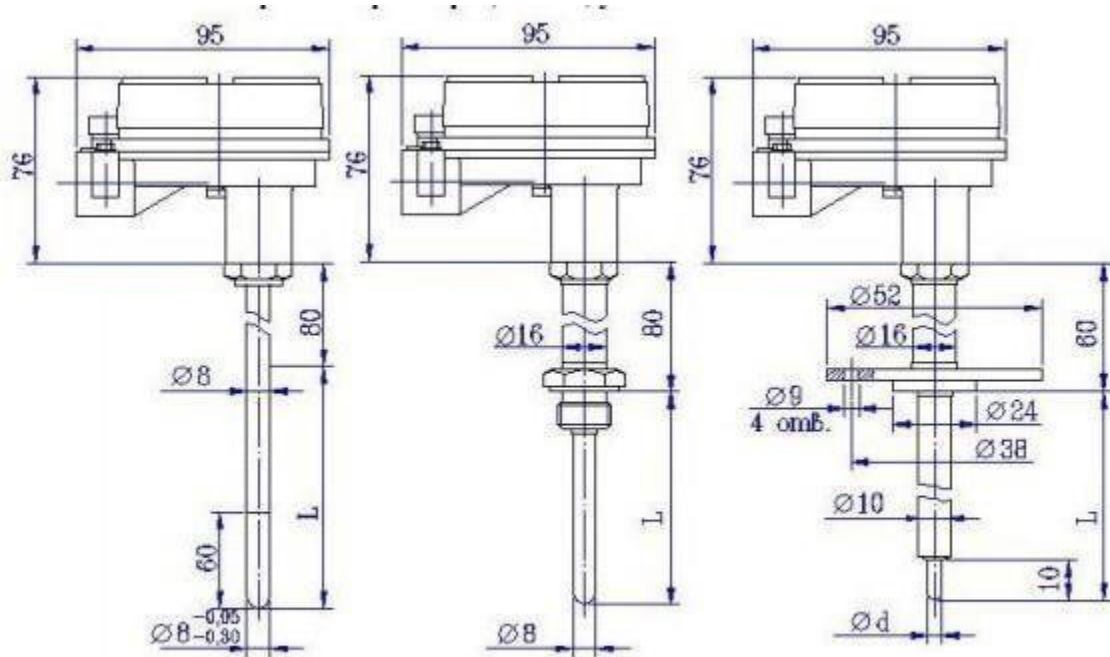


Рисунок А.1 – Исполнения

Рисунок А.2 – Исполнения

Рисунок А.3 – Исполнения

Рисунок 1.2- Виконання перетворювачів МЕТРАН

Пускач безконтактний реверсивний ПБР-2М:

Призначення:

Пускач безконтактний реверсивний ПБР-2М призначений для безконтактного управління електричними виконавчими механізмами, в приводі яких використовуються однофазні конденсаторні електродвигуни[4].

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14



Рисунок. 1.3 - Загальний вигляд ПБР-2М

Пускач відповідає вимогам ТУ 4218-007-54079067-2005.

1. Електричне живлення пускача - однофазна мережа змінного струму з номінальною напругою 220V з частотою 50Hz. Допустиме відхилення напруги живлення від номінального від -15% до +10%. Не симетрія трифазної системи складає не більше 5%.

2. Джерело живлення кіл управління допускає підключення зовнішнього навантаження з опором до 240 Ω між контактами 8 і 10 пускача. Форма напруги джерела, при опорі навантаження 240 Ω - двохнапівперіодне випрямлена з середнім значенням (24 ± 6) V при номінальній напрузі.

3. Вхідний опір пускача 750 Ω .

4. Максимально комутований струм - 4A

5. Динамічні характеристики пускача:

1) швидкодія (час запізнювання комутацій вихідних ключів при подачі або зняття керуючого сигналу) не більше 25ms;

2) різниця між тривалістю вхідного і вихідного сигналів не більше 20ms.

6. Пускач допускає роботу в повторно-короткочасному реверсивному режимі з частотою включень до 630 на годину при ПВ 25%.

7. Потужність, споживана пускачем за відсутності сигналу керування, не більше 7W.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

8. Норма середнього напрацювання на відмову з урахуванням технічного обслуговування 100 000 годин.
9. Середній термін служби пускача - 10 років.
10. Маса пускача не більше 2 кг.

Для вимірювання витрати використано вихровий витратомір Sitrans FX 300.

Вихрові витратоміри Sitrans FX використовують у своїй роботі вихровий принцип вимірювання. При цьому вимірюється частота появи вихорів, що утворюються при проходженні робочого середовища навколо тіла обтікання. Вихори створюють тиск на спеціальному чутливому крилі, рухи якого прямо пропорційно витраті. Встановлений на крилі п'єзоелектричний кварцовий чутливий елемент точно вловлює ці коливання і передає результати для аналізу електронної частини приладу Sitrans FX.



Рисунок 1.4 – Витратомір SITRANS FX 300

Вихровий витратомір SITRANS FX призначений для вимірювання об'ємної та масової витрати пари, газу, електропровідних і не провідних рідин за допомогою одного пристрою з можливостями компенсації по температурі і тиску.

Прилад призначений для роботи в наступних галузях: харчова, хімія, енергетика, фармацевтика, нафто і газопереробки.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Основні переваги приладів включають:

- 2-х дротову схему підключення,
- вимірювання як об'ємного так і масової витрати пари, газу і провідних і не провідних рідин, навіть при коливаннях температури і тиску,
- інтегрований датчик температури,
- інтегрований датчик тиску (опція),
- можливість виконання приладу з двома перетворювачами.

Для керування насосами, вентиляторами та шнеками використано частотні перетворювачі фірми «Веспер». Перетворювач частоти ЕІ загальнопромислового та побутового застосування. Використовуються для управління приводами у всіх галузях промисловості, сільського господарства, житлово-комунального комплексу. Перетворювач частоти трифазний.

Широко використовуються в технологічному обладнанні, де застосовується керований електропривод: змішувачі, дозатори, виробничі лінії, системи водопостачання, вентиляції, димососи і т.п. обладнання.



Рисунок 1.5 – Частотний перетворювач ВЕСПЕР EI-7011

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Переваги частотних перетворювачів Веспер EI-7011:

- максимальний діапазон потужності (від 0,75 кВт до 315 кВт) серед перетворювачів частоти загальнопромислового призначення дозволяє максимально ефективно вибрати потрібний частотник за мінімальних витрат;
- можливість виконання в корпусах зі ступенем захисту IP20 та IP54 дозволяє використовувати перетворювачі EI-7011 у жорстких умовах навколишнього середовища;
- наявність на панелі управління дисплея та можливість винесення пульта на відстань до 10 метрів полегшують налаштування перетворювача та контроль за роботою електродвигуна.

Для вимірювання рівня в приймальному баці використано ультразвуковий рівнемір фірми KOBOLD NEC[14].



Рисунок 1.6 – Зовнішній вигляд рівнеміра

Технічні характеристики :

- Робоча температура 20 ... 150°C
- Вихідний сигнал 4 ... 20 мА
- Діапазон вимірювання 0 ... 3 м

Для відображення технологічних параметрів сушильного відділення використано технологічний індикатор ІТМ – 11, зовнішній вигляд якого зображено на Рис. 1.7

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.7 – Зовнішній вигляд ІТМ – 11

Застосовується для відображення на цифровому 4-х розрядному й лінійному 31 сегментному індикаторі значення вимірюваного технологічного параметра.

Область застосування :

1. Системи промислової автоматики
2. Місцеві щити та пульти керування
3. Системи цифрової та лінійної індикації
4. Віддалений збір даних, диспетчерський контроль

Функціональні можливості :

1. Підключення до приладів з уніфікованими вихідними сигналами
2. Індикація параметрів в технологічних одиницях на цифрових та лінійних індикаторах
3. Цифрова калібровка початку шкали та діапазону вимірювання
- Вхідний цифровий фільтр
4. Ліанеризація вхідного сигналу
5. Захист від несанкціонованої зміни параметрів
6. Збереження параметрів при відключенні живлення

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

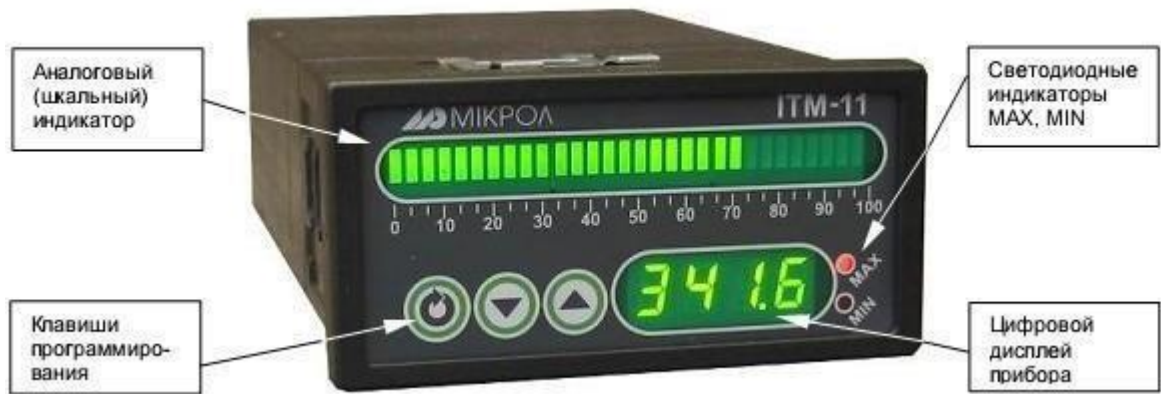


Рисунок 1.8 - Зовнішній вигляд передньої панелі індикатора ІТМ-11

Технічні характеристики :

- Кількість каналів вимірювання 1
- Гальванічна ізоляція тривінева (по входу, виходу, живленню).
- Період вимірювання 0,25 сек
- Вхідні сигнали 0-5мА ($R_{вх}=400 \text{ Ом}$), 0(4)-20 мА ($R_{вх}=100 \text{ Ом}$), 0- 10В ($R_{вх}>50\text{кОм}$)
- Основна приведена похибка вимірювання $\pm 0,2\%$

ПАРАМЕТР

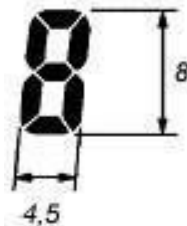


Рисунок 1.9 – Розміри цифр відображуваних на індикаторі

- Висота цифр світлодіодних індикаторів 8 мм
- Висота сегмента лінійних індикаторів 5 мм
- Температура навколишнього середовища от $+5^{\circ}\text{C}$ до $+50^{\circ}\text{C}$
- Напряга живлення: від мережі постійного струму $24\text{В}\pm 15\%$
- Споживана потужність: не більше 3,2 Вт
- Корпус (ВхШхГ): щітовий 48x96x185 мм DIN43700, IP30

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Монтажна глибина: 240 мм
- Маса блока: не більше 0,33 кг

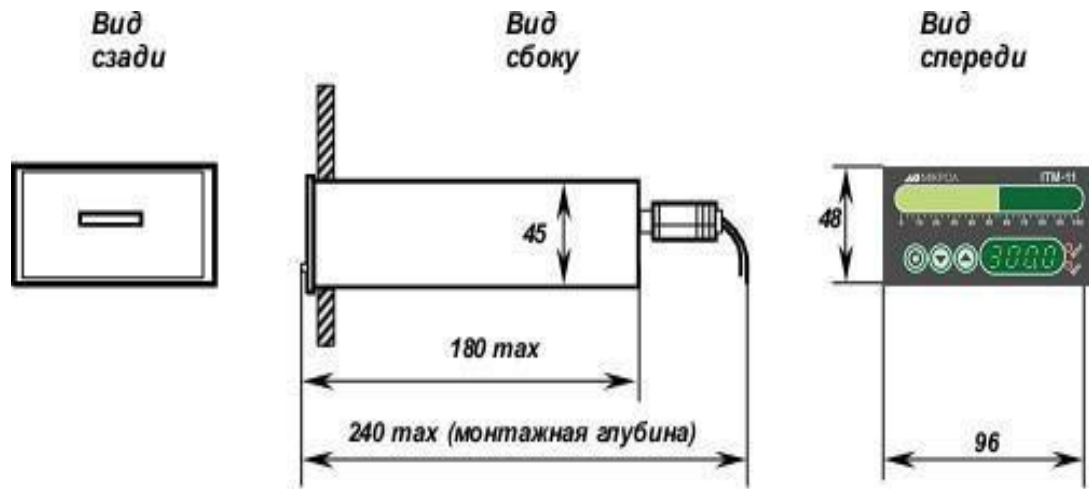


Рисунок 1.10– Габаритні розміри ITM – 11

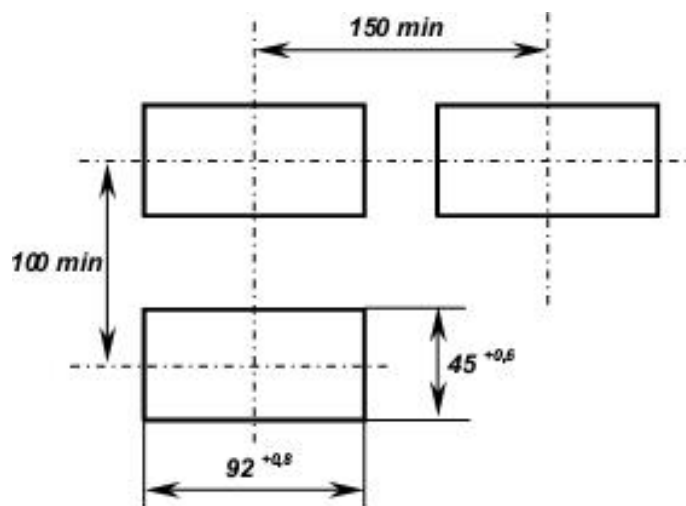


Рисунок 1.11 – Розмітка на щиті

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

2.2. Схема автоматизації

При розробці систем автоматизації відділень сушіння молока в розпилювальних сушильних установках необхідно забезпечити задані вологість продукту і продуктивність установки. Остання забезпечується регулюванням температури гарячого повітря, що надходить з калорифера. При автоматизації сушильної установки виділяють два основних регулюючих параметри: вологість готового продукту на виході з сушильної башти і температуру гарячого повітря на виході з калорифера[2].

Сушильна установка як об'єкт регулювання має вхідні параметри - вологість згущеного молока, температуру і вологовміст. Зміна параметрів теплоносія - виводить із рівноваги вплив. Керуючі впливи - витрата згущеного молока, теплоносія і витрата пари. Конструкція установки і небезпека самозаймання продукту обмежують використання вхідних параметрів - температури повітря і витрати пари (в якості керуючих впливів), незважаючи на найбільші коефіцієнти передачі по цих каналах. Керуючим впливом вибирають вхідний параметр - витрата згущеного молока.

Можливі дві схеми автоматичного керування процесом сушіння в розпилювальних сушильних установках: за непрямим параметром - залежно вологості готового продукту від температури вихідного з вежі сушильного агента (гарячого повітря) і за прямим параметром - вологості сухого продукту, що виходить із сушильної башти.

Надійних і точних засобів експрес-контролю вологості сухих сипучих продуктів промисловість не випускає, тому для управління процесом використовують непрямий параметр - температура вихідного повітря. Вологість сухого молока і температура вихідного повітря взаємопов'язані.

З достатньою точністю сушильні установки як об'єкти можуть бути апроксимовані ланкою чистого запізнювання і періодичною ланкою першого порядку.

Сушильні установки комплектуються приладами автоматичного контролю та регулювання основних технологічних параметрів процесу. Прилади

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

встановлюють на щитах управління, оснащених мнемосхемами з сигналізацією операцій процесу та пусковою апаратурою. Схеми автоматизації розпилювальних сушильних установок для молочних продуктів, незважаючи на конструктивні особливості, в якості основного елемента управління містять елементи автоматичного контролю та регулювання температур вхідного і вихідного повітря. Температура повітря, що виходить в більшості випадків регулюється зміною подачі згущеного молока.

В даній системі автоматизації сушильної установки були прийняті такі рішення по автоматизації:

Перший контур - це попередній нагрів згущеного молока гарячим повітрям з калориферу № 2. В якості датчика температури обрано ТСМУ МЕТРАН 274 (поз 1а), з нього уніфікований сигнал 4...20 мА надходить на індикатори ІТМ-11 (позиція 1б), з якого сигнал надходить до аналогового входу контролеру Modicon M251, контролер опрацьовує отриманий сигнал, порівнює його із завданням та формує командний сигнал, котрий надходить на блок ручного управління БРУ-7 (поз 1в). З нього сигнал поступає на безконтактний реверсивний пускач ПБР-2М (поз. 1г-3г) і далі прямує на виконавчий механізми МЭО - 40/25 -0,25 (поз.1д), що встановлений на трубопроводі гарячого повітря з калориферу № 2 та змінює кількість гарячого повітря на попередній підігрів згущеного молока.

Наступні контури контролю та регулювання температури реалізовано за наступною схемою: температура вимірюється датчиками температури ТСМУ МЕТРАН 274 (позиція 2а-3а), з датчиків струмовій уніфікований сигнал 4...20 мА надходить на індикатори ІТМ-11 (позиція 2б-3б), далі на контролер Modicon M251, контролер опрацьовує отримані сигнали, порівнює їх із завданням та формує командний сигнал, відповідні сигнали надходять на блоки ручного управління БРУ-7 (поз 2в-3в), з цих блоків керуючі сигнали поступають на безконтактні реверсивні пускачі ПБР-2М (поз. 2г-3г) і далі прямують на виконавчі механізми МЭО - 40/25 -0,25 (поз.2д-3д), що встановлені на трубопроводах. Блоки ручного управління БРУ-7 встановлюються на щиті як резервні, котрі в

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

разі несправності контролера виконуватимуть функції регулювання відповідних параметрів.

Контур контролю температури у прийомному баку та циклоні. Температура вимірюється датчиками температури ТСМУ МЕТРАН 274 (позиція 4а,5а), з датчиків струмові уніфіковані сигнали у вигляді 4...20 мА надходять на контролер Modicon M251, і далі через інтерфейс зв'язку ПЛК з ЕОМ оператора відображаються на SCADA- системі.

Контур контролю та регулювання рівня у прийомному баку, в контурі передбачено сигналізацію перевищення рівня за допустимі межі. В вимірник вмонтовано ультразвукові рівнеміри Kobolt НЕК (позиція 6а,7а), з яких струмові уніфіковані сигнали 4...20 мА надходять на контролер Modicon M251, який встановлений на щиті. З контролера керуючий сигнал поступає на частотний перетворювач Веспер Суш 7011 (позиція 6г), з якого керуючий сигнал надходить на асинхронний двигун. Для додаткового захисту на щиті встановлено блок ручного управління БРУ-7(поз. 6в), який в разі несправності контролера виконуватиме регулювання параметра.

Контур контролю тиску у трубопроводах пара, в трубопроводах вмонтовано датчики тиску Метран 55 (позиція 8а,9а), з яких струмовий уніфікований сигнал 4...20 мА надходить на контролер Modicon M251, який встановлений на щиті. І далі через інтерфейс зв'язку ПЛК з ОЕМ оператора відображаються на SCADA- системі.

Контур регулювання витрати згущеного молока на сушильну башту здійснено наступним чином:

Витрата молока здійснюється вихровим витратоміром серії Sitrans FX 300 (поз 13а) з якого струмовий уніфікований сигнал 4...20 мА надходить на контролер Modicon M251, який встановлений на щиті. Контролер опрацьовує отриманий сигнал, порівнює його із завданням та формує командний сигнал, який надходить на блок ручного управління БРУ-7 (поз 13в), з нього керуючий сигнал поступає на безконтактний реверсивний пускач ПБР-2М (поз. 13г) і далі прямує на виконавчий механізм МЭО - 40/25 -0,25 (поз.13д), що встановлений на

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

трубопроводі подачі згущеного молока, таким чином відбувається стабілізація витрати.

Вимірювання витрати отриманого сухого молока і відповідно визначення продуктивності сушильної установки здійснено наступним чином:

Витрата сухого молока здійснюється за допомогою комплекта конвеєрних вагів СВЕДА ВК-230 (поз 14а), з даного перетворювача уніфікований струмовий сигнал надходить на аналоговий вхід контролеру Modicon M251, який встановлений на шиті. Контролер опрацьовує отриманий сигнал, порівнює його із завданням та формує командний аналоговий сигнал, який надходить на блок ручного управління БРУ-7 (поз 14б), а далі на частотний перетворювач Веспер Суш 7011 (поз 14в), котрий змінить оберти конвеєрних вагів та відповідно витрату сухого молока до збірнику готової продукції.

Контур керування електричними двигунами здійснено наступним чином. З відповідних аналогових виходів ПЛК сигнали керування надходять до аналогових входів частотних перетворювачів Веспер Суш 7011(поз 15а,16б), частотні перетворювачі змінюють частоту обертання та відповідно продуктивність шнеку підбору сухого молока в нижній частині циклону та відповідного вентилятору.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3. Специфікація засобів автоматизації

Таблиця 2.1-Специфікація обладнання

№ позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Кількість	Завод виробник
1	2	3	4	5
8а,9а,10а, 11а,12а	Вимірювальний перетворювач тиску для неагресивних та агресивних газів, пару та рідин. Межі вимір. 0,03 – 400 бар. Вих. сигнал 4-20 мА.	Датчик тиску МЕТРАН 55, 0...400 кПа	5	Метран
1а,2а,3а, 4а,5а	Вимірювальний мікропроцесорний перетворювач температури в захисній трубці із нержавіючої сталі, показуючий з світловою сигналізацією. Вихідний сигнал 4-20 мА. Вимірювальний діапазон температур 0...+600 °С.	ТСМУ МЕТРАН 274, 0...600°С	5	Метран
1г,2г,3г, 13г	Безконтактний пускач.(220В,струм комутації до 25А)	ПБР-2М	4	ПБ 3-д м. Івано- Франківськ
1д,2д,3д, 13д	Електроруховий виконавчий механізм для одноходових прохідних клапанів Ду – 50 мм. В комплект входить клапан 3257.	МЭО 40/25	4	Прилад Комплект м. Харків
14а	Конвеєрні багатороликові стрічкові ваги: Ширина стрічки конвеєра: 650-1200 мм;Макс. продуктивність: до 3000 т/год. Тип конвеєра: жолобчастий. Похибка вимірювання: ±0,5-1,0 %	ВК-230	1	СВЕДА
6а,7а	Ультразвуковий рівнемір вихідний уніфікований струмовий сигнал 4...20 мА, діапазон вимірювання 0...4м.Kobolt NEK	Kobolt NEK	2	Kobolt
6г,9в,14в, 15б,16б	Перетворювач частоти векторного типу	Vesper 7011	5	Vesper

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

1	2	3	4	5
1б,2б,3б, 4б,5б,6б, 7б,13б	Індикатор технологічний мікропроцесорний, показуючий з світловою сигналізацією. Вихідний сигнал 4-20 мА.	ІТМ-11	5	Мікрол
1в,2в,3в, 6в,9б,13в ,14б,16а	Блок ручного управління, показуючий з світловою сигналізацією. Вихідний сигнал 4-20 мА.	БРУ-7	2	Мікрол
12а,13а	Вихровий витратомір (Кл.точ 1,5) Межі вимірювання 8-40000м ³ /год Вихід:0..5,0(4)-20мА Живл.220В	Sitrans FX 300	1	Sitrans

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

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

3.1 Проектне компонування промислового логічного контролера(ПЛК)

В кваліфікаційній роботі застосовано мікропроцесорний контролер фірми Schneider Electric[6]. ПЛК цієї компанії останнім часом широко використовуються вітчизняними інжиніринговими фірмами при розробці та впровадження систем автоматизації в різних галузях промисловості. Фірмою Schneider на сьогодні випускається великий спектр ПЛК, які умовно поділяють на два напрями. До першого відносять ПЛК Modicon TSX Nano, TSX Micro, Modicon M241-M251. Мікропроцесорні контролери серії Modicon M251 призначенні для керування складними технологічними або виробничими процесами, які вимагають обробки середньої кількості інформації й керуванням великою кількістю виконавчих механізмів[11].

Контролери Modicon - TM251 – це сучасне, високопродуктивне рішення для модульних систем і розподілених архітектур. Завдяки своїм малим габаритам ці контролери можуть оптимізувати розмір шкафів управління, які мають настінний монтаж.

Оскільки контролери M251 оснащені вбудованими входами виходами, то такі промислові пристрої, як перетворювачі частоти і пристрої віддаленого вводу виводу , підключаються до шини CAN-open або до мережі-Ethernet[12].

Порти Ethernet, вбудовані в кожен контролер M251, дозволяють-використовувати функції FTP і веб-сервера, спрощуючи інтеграцію архітектури управління і віддаленого доступу до машин за допомогою додатків для смартфонів, планшеті ПК.

Велика кількість вбудованих модулів мінімізує вартість проекту:

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації процесу сушіння молока		Літ.	Арк.	Аркушів	
Розроб.		Лемегов А.Д							28	
Перевір.		Барилук О.В					НУХТ ЗАВЗ-1			
Секретар		Крупська Т.М								
Зав.каф		Смітюх Я.В								
Н.контроль										

Функціональні можливості контролеру:

- послідовний-порт Modbus,
- порт USB для програмування,
- польова шина CAN-open для розподілених архітектур,
- розширені функції контролю стану (високошвидкісні лічильники і імпульсні виходи для управління серводвигуном).

функції, вбудовані в модуль розширення Modicon TM3:

- модуль функціональної безпеки,
- модуль-управління пускачем двигуна і система віддаленого розширення.

функції, вбудовані в комунікаційні модулі Modicon TM4.

-Завдяки високій обчислювальній потужності і великому обсягу пам'яті контролери M251 ідеально підходять для систем, де вимагається висока продуктивність.

-Швидке створення додатків при допомозі інтуїтивно зрозумілого та потужного програмного забезпечення SoMachine. Це дозволяє швидко виконувати автоматичне завантаження існуючих додатків, які зберігаються в контролерах Modicon-M221, M238 та M258. Архітектурно M251 складається з одного або кількох з'єднаних між собою окремих шасі, на яких встановлюються різноманітні модулі: процесора, блоків живлення, модулів дискретних та аналогових входів та виходів, лічильників, комунікаційних та інших[16]. Загальна довжина розробленої шини контролера не може перевищувати 100 метрів.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29



Рисунок 3.1- Зовнішній вигляд процесорного блоку ПЛК

До складу контролера входить один процесорний модуль, але кожне шасі повинно мати свій блок живлення, потужність якого вибирається залежно від кількості й характеристик модулів, встановлених у це шасі.

При конфігурації контролера враховуються типи і кількість модулів входів – виходів, які необхідно використовувати для під’єднання датчиків і виконавчих механізмів, а також інших спеціальних модулів[3].

Основним конструктивним елементом контролера є шасі. З одного боку, шасі використовується як конструктивний елемент, на якому розміщуються й закріплюються окремі модулі контролера, з іншого – шасі має загальну шину, що називається X Bus і по якій відбувається як живлення модулів установлених у шасі, так і обмін сигналами та даними між окремими модулями контролера.

Модулі процесорів розрізняють функціональними можливостями, основним з яких є:

- Кількість шасі, які можуть входити до складу ПЛК
- Кількість входів – виходів, які може обробити контролер
- Кількість спеціальних модулів

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

- Кількість і тип мереж, до яких може під'єднуватися ПЛК
- Кількість конфігурованих контурів регулювання
- Види і ємність пам'яті

Модуль процесора з'єднується із шасі за допомогою кабелю X Bus шини. Вважається, що на процесорному модулі встановлений термінатор із позначенням А, тому на іншому кінці X Bus шини необхідно встановити термінатор лінії з позначенням В.

У кожному шасі повинен бути встановлений блок живлення. Пропонуються різні блоки живлення, які розрізняються живленням від змінного чи постійного струму, потужністю, а також розмірами.

Реалізація алгоритму управління технологічним процесом сушіння молока потребує:

- Аналогові входи 14;
- Аналогові виходи 9.



Рисунок 3.2- Проектне компонування M251

Принципова схема підключення датчиків до контролера реалізована на листі 2 графічного матеріалу, де кожний провід має свою нумерацію для полегшення в підключенні. Використовуються електродвигуні виконавчі механізми[5].

Контролери M251 оснащені 2 вбудованими портами Ethernet, Підключення через комутатор RJ-45 (10/100-Мб / с, -MDI / MDIX) з протоколами Modbus TCP (Клієнт / Сервер), Ethernet IP (адаптер), Ethernet, UDP, TCP, SNMP і SoMachine.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Саме ці порти потрібні, головним чином, для зв'язку між машинами або для підключення до мережі підприємства. Саме ці порти позначаються як «Ethernet» або «Ethernet-1». Кожен контролер M251 має вбудований веб сервер і адресу за замовчуванням на основі MAC адреси, IP-адрес контролера може бути присвоєно через DHCP-сервер або BOOTP сервер. Порти Ethernet володіють тими ж функціями-завантаження / скачування, оновлення і налагодження, що і програмований порт (USB-mini-B), коли живлення подається на контролер[6,7] .

Система мережевого захисту дозволяє фільтрувати доступ IP адреси до контролера та блокувати потрібний протокол зв'язку. Крім двох вбудованих портів «Ethernet-1», контролери-TM251MESE мають вбудований порт-«Ethernet-2», який використовується для підключення промислових пристроїв типу RJ-45 (перетворювачі частоти, пристрої розподіленого введення-виведення-і-т.д.), сканера введення-виведення Ethernet-Modbus-TCP, -Ethernet-Modbus-TCP- (Клієнт / Сервер), - Ethernet-IP - (адаптер), - протоколів-UDP, -TCP, -SNMP-і-SoMachine.



Рисунок 3.3- Зовнішній вигляд процесорного модуля M251

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Контролери М 251 мають такий склад:

1. Знімна клемна колодка з гвинтовими затискачами,
2. Роз'єм для підключення джерела живлення напругою 24В
3. Роз'єм-RJ-45

Підключення через внутрішній комутатор до Ethernet-мереж «Machine» або «Factory», со світлодіодною індикацією швидкості обміну і стану.

4. Роз'єм для підключення до шини CAN-open- (9-контактний роз'єм-SUB-D)
5. Послідовний порт SL (RS-232-або-RS-485): роз'єм-RJ-45
6. Вимикач-Run / Stop- (Пуск / Стоп)
7. Роз'єм шини TM4 для підключення комунікаційних модулів TM4 ppp
8. QR-код для доступу до технічної документації даного контролера
9. Роз'єм шини Modicon TM3 для підключення модулів розширення Modicon TM3
10. Блок світлодіодної індикації, який відображає стан контролера і його компонентів (акумулятора, SD-карти пам'яті), стан вбудованих портів зв'язку (Ethernet 1-й-2, CANopen, послідовного-порту) під кришкою.
11. Слот-карти пам'яті-SD
12. Слот для резервного акумулятора
13. Гніздо USB-mini B, котрий позначається як «Prg.-Port», для програмування
14. Вушка під гвинти, які використовуються для кріплення на монтажній панелі.
15. Зажим-кліпса для кріплення на симетричній -DIN-рейці.



Рисунок 3.4- Зовнішній вигляд дискретного модуля

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Дискретні модулі введення-виведення Modicon TM3:

1. Блок-світлодіодних індикаторів для каналів модулів діагностики.
2. Роз'єми шини TM3 (по одному на кожній стороні), які призначені для забезпечення цілісності з'єднань між модулями.
3. Клемні колодки входних або вихідних каналів (в залежності від моделі використовуються клемні колодки з гвинтовими затискачами, клемні колодки з пружинними затискачами HE-10).
4. Кріплення для фіксації на DIN-рейці.
5. Засувка для фіксації модуля.



Рисунок 3.5- Зовнішній вигляд аналогового входного модуля TM3AI8G

Опис:

Аналогові модулі Modicon [18,19]:

1. Засувка для фіксації суміжного модуля
2. Роз'єми шини TM3(по одному на кожній стороні), які призначені для забезпечення надійності з'єднань між модулями
3. Кріплення для фіксації на DIN-рейці
4. Світлодіодний індикатор включення живлення.
5. Знімні клемні колодки з гвинтовими або пружинними затискачами (в залежності від моделі) для підключення аналогових каналів і джерела живлення 24-В

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Таблиця 3.4 – Вибір модулів для ПЛК

Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
Modicon M251	Процесорний модуль TM251MESE	1	
BMX CPS 2010	Модуль живлення	1	
TM3AI8G	Повноформатний модуль аналогових входів 8вх	2	
TM3AQ4G	Повноформатний модуль аналогових виходів 4вих	3	
BMX NOM 0200	Модуль послідовної передачі даних	1	
TM3DQ16R	Повноформатний модуль дискретних виходів 8вих	1	

3.2 Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

Вхідні сигнали від датчиків надходять на модуль аналогових входів контролера TM3AI8G (2 шт.). Ці модулі складають групу вхідних ПЗО. В ньому аналогова інформація перетворюється в цифровий сигнал для обробки контролером. Аналогові сигнали в контролері представляються у вигляді числа від -10000 до + 10000 або від 0 до + 10000.

В контролері вхідні сигнали опрацьовуються згідно заданих алгоритмів та коефіцієнтів. Після обробки контролером управляючий сигнал надходить на модулі аналогових виходів TM3AQ4G[19]. Ці модулі представляють собою вихідні ПЗО контролера і забезпечують перетворення цифрового управляючого сигналу у вигляд уніфікованого струмового сигналу 4-20мА. З ПЗО контролера сигнал надходить на аналогові входи блоків ручного управління (БРУ-7), а далі на пускачі ПБР та виконавчі механізми[5,7].

В принциповій схемі підключення датчиків та виконавчих механізмів до ПЛК Schneider Electric M251 застосовувалася наступна нумерація провідників:

- нумерація 800-818
- для провідників в яких протікає змінний струм;
- нумерація 001-004 для провідників в яких протікає пневматичний сигнал

починалася;

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- нумерація 100-118
- для провідників в яких протікає вимірювальний сигнал від датчиків до ПЛК Schneider Electric M251;
- нумерація 200-208 – для провідників в яких протікає сигнал управління від ПЛК Schneider Electric M251 до виконавчих механізмів.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

3.3. Розширені схеми підключення для окремих контурів

Контур регулювання, контролю температури приймального баку

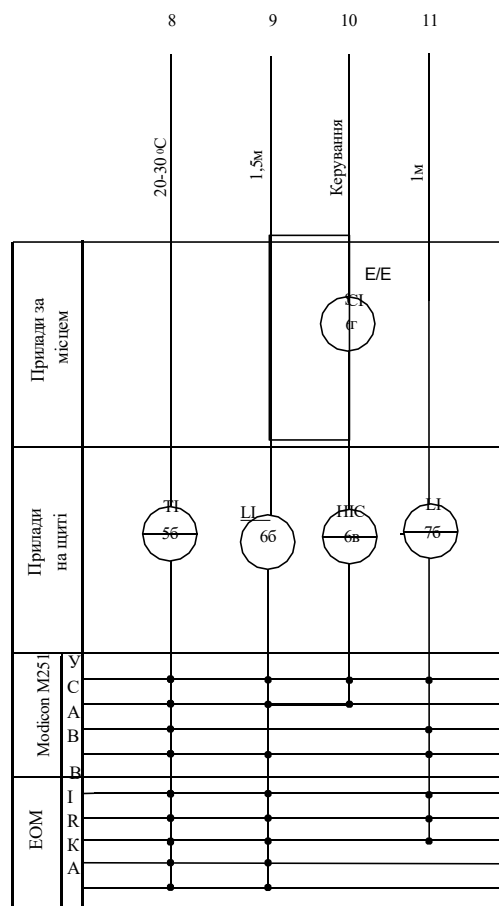
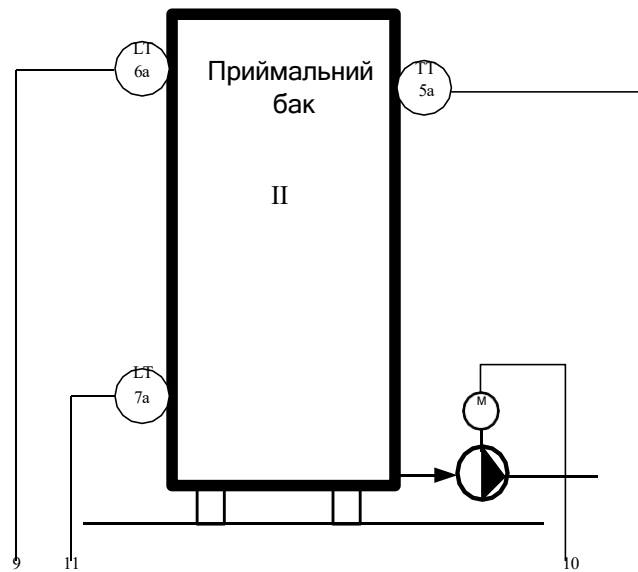


Рисунок 3.6 - Функціональна схема автоматизації контуру регулювання рівня та контролю температури в приймальному баку згущеного молока

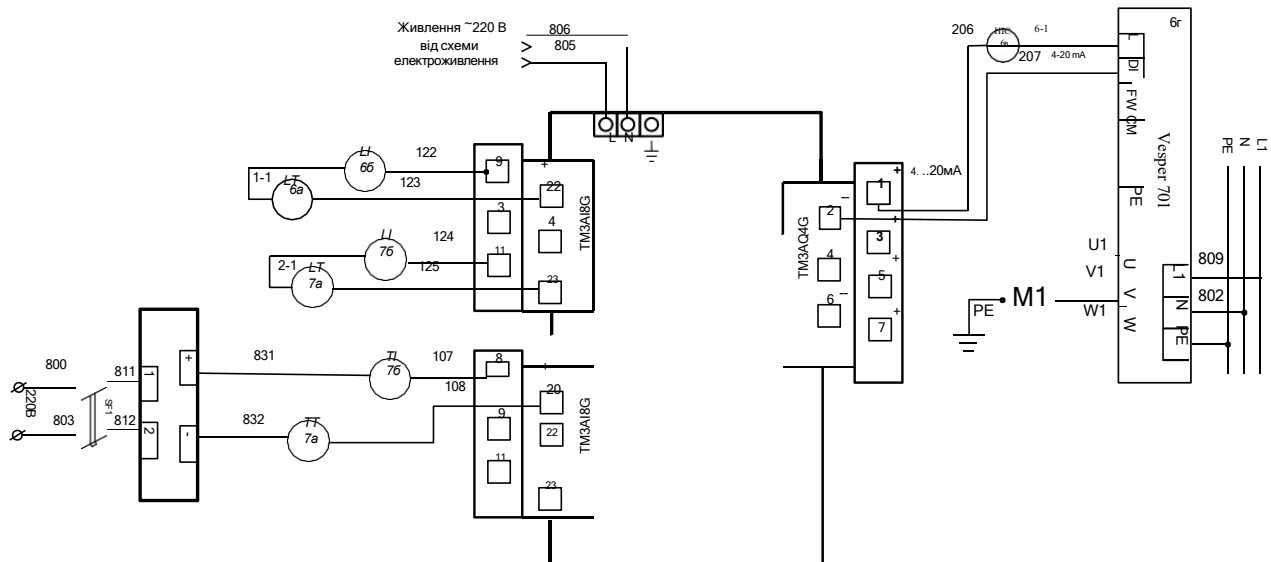


Рис. 3.7. Розширена схема підключення датчика температури, та перетворювачів рівня та частотного перетворювача до модулів ПЛК Schneider Electric M251

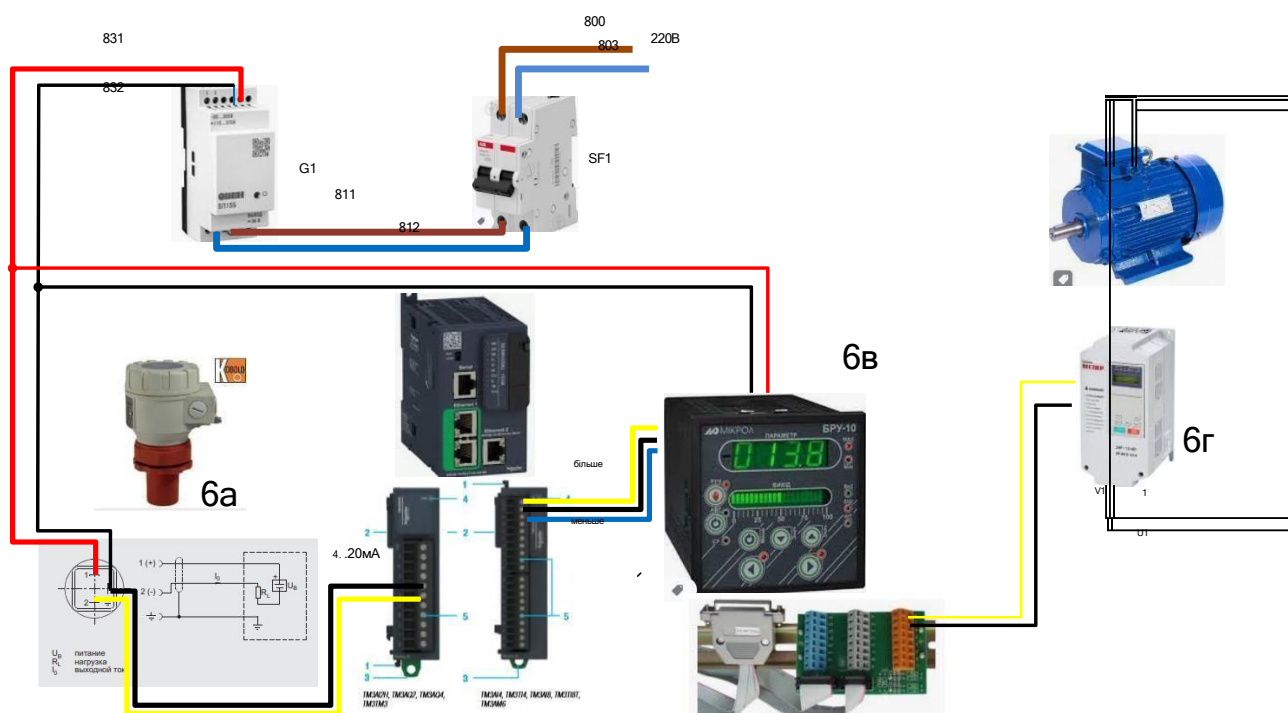


Рис. 3.14. Графічна схема підключення датчика рівня та частотного перетворювача до модулів ПЛК Schneider Electric M251.

Регулювання рівня згущеного молока в приймальному баку здійснюється наступним чином:

Датчиком рівня є мікропроцесорний перетворювач рівня фірми Kobolt

(поз ба), з нього уніфікований сигнал надходить на аналоговий модуль контролеру ТМ3АІ8G (клеми 9,22). В контролері відпрацьовується ПІД - закон керування і вразі невідповідності формується командний сигнал на модуль аналогового виходу ТМ3АQ4G (клеми 1,2) з якого уніфікований струмовий сигнал надходить до блока ручного управління БРУ-10 (поз бв) а далі сигнал надходить до аналогового входу частотного перетворювача Vesper 7011 (клеми 22,23). Частотний перетворювач змінює оберти асинхронного двигуна котрий змінює продуктивність відкачки насосу згущеного молока що призводить до зміни рівня в приймальному баку. Для подачі напруги живлення приладів використовують автоматичні вимикачі SF1, SF2., а також блок живлення МТМ-140(G1).

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Розділ 4. Креслення встановлення технічних засобів

Для вимірювання рівня в приймальному баці використано ультразвуковий рівнемір фірми KOBOLD NEC [14].



Рисунок 4.1 – Ультразвуковий рівнемір KOBOLD NEC

Ультразвуковий рівнемір NUS-R-4 виробництва Kobold призначений для безконтактного безперервного вимірювання рівня та обсягу в резервуарах або вимірювання витрати у відкритих каналах. Технологія вимірювання рівня заснована на безконтактному ультразвуковому принципі вимірювання і застосовується у тих випадках, коли з тих чи інших причин неможливий контакт приладу з поверхнею вимірюваного середовища. Такими причинами можуть бути корозійна дія вимірюваного середовища на деталі рівнеміру (кислоти), сильне забруднення (стічні води) або наявність механічних домішок, що налипають на сенсор рівнеміру (клейкі речовини). Технологія ультразвукового виміру ґрунтується на принципі вимірювання часу, необхідного для

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
					Розробка системи автоматизації процесу сушіння молока	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Лемегов А.Д					40	
Перевір.		Барилюк О.В				НУХТ ЗАВЗ-1		
Секретар		Крупська Т.М						
Зав.каф		Смітюх Я.В						
Н.контроль								

проходження ультразвукових імпульсів від сенсора до поверхні вимірюваного середовища та назад. Сенсор випромінює серію ультразвукових імпульсів і приймає імпульс, що відображається. Електроніка оцінює час проходження відлуння імпульсу та обчислює рівень. Електроніка розташовується компактно у корпусі приладу. Для віддаленої передачі інформації рівнемір має аналоговий вихід, а контролю та сигналізації є релейний вихід. Для програмування і локального відображення даних рівнемір може бути оснащений блоком програмування, що підключається, з ПК дисплеєм[15].

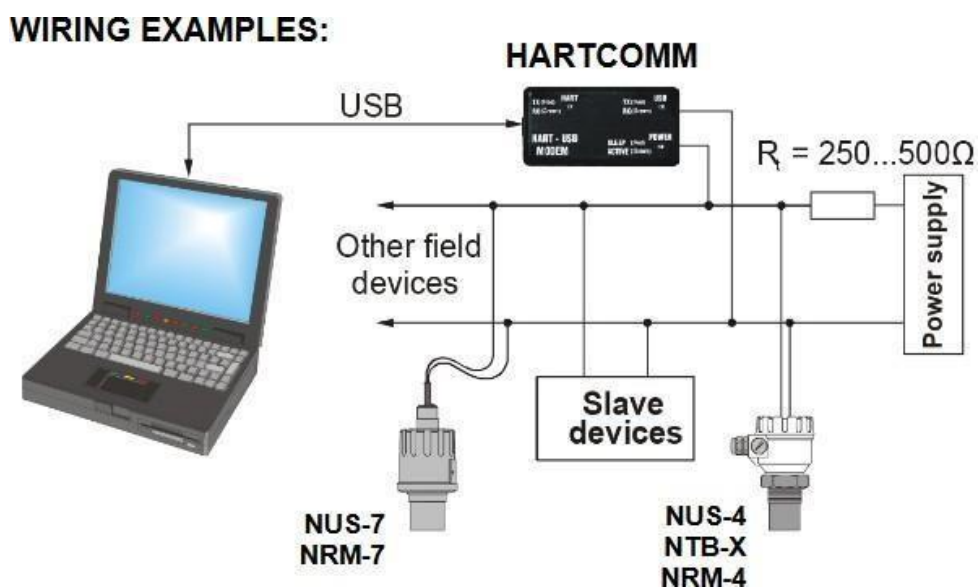


Рисунок 4.2 – Налаштування рівнеміра за допомогою HART

Кут розбіжності імпульсного сигналу дорівнює $5^\circ - 7^\circ$ при 3 дБ. Даний показник забезпечує стабільні та достовірні показання вимірювань у вузьких резервуарах з нерівними стінками та технологічних ємностях з різними об'єктами, що виступають. Більш того, завдяки невеликому куту розходження сигналу, ультразвукові імпульси, що випромінюються, відмінно проникають крізь газ, піну і пари, забезпечуючи точне вимірювання.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

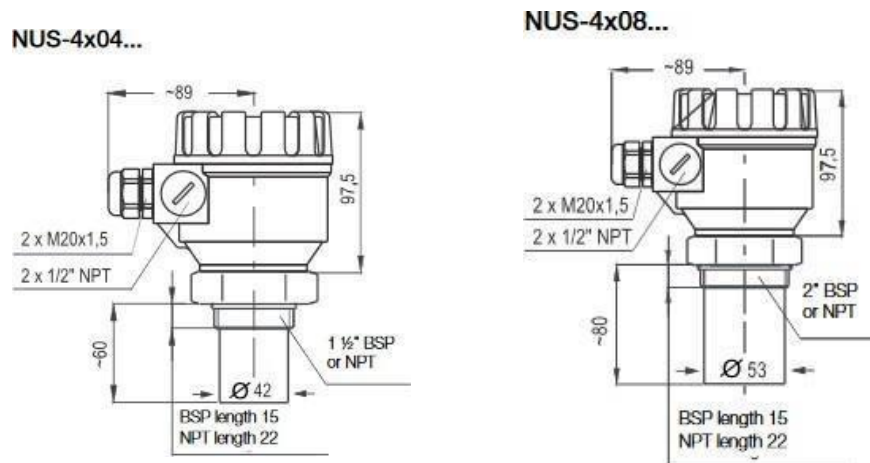


Рисунок 4.3 – Габаритні та монтажні розміри рівнеміра

Технічні характеристики рівнеміра:

Принцип вимірювання ультразвуковий:

час затримки: ехо-імпульсу, та кут сигналу NUS-R-4004: 6°,

NUS-R-4006, -4010, -4015: 5°

NUS-R-4008, NUS-R-4025: 7°

Час затримки 10, 30, 60 секунд;

Похибка (при 20°C) ±0.2 % від змін. значення

+0.05% від повної шкали,

Роздільна здатність залежить від діапазону

вимірювання: 2 ... 5 м: 2 мм

6 ... 10 м: 5 мм

>10 м: 10 мм

Положення при монтажі вертикальне щодо поверхні середовища:

Температура змін. середи -30...+90°C;

Температура окр. середи -30...+70°C;

-25 ... +70 °C (з блоком програмування)

Тиск 0.5...3 бар абс.

Матеріал корпусу алюміній із порошковим покриттям;

Матеріал сенсора та приєднання поліпропілен;

Приєднання до процесу NUS-R-4004 G 1½*, 1½ NPT

Приєднання до процесу NUS-R-4006, NUS-R-4008 G 2*, 2 NPT

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Приєднання до процесу NUS-R-4010 фланець DN 80, ANSI 3"

Приєднання до процесу NUS-R-4015: фланець DN 100, ANSI 5"

Приєднання до процесу NUS-R-4025 фланець DN 150, ANSI 6" *G-
різьблення з контргайкою та прокладкою з EPDM

Електричне підключення 2 x M 20 x 1,5 кабельних введень 6 ... 12 мм та 2 x
½" NPT переріз дроту: 0.5 1.5 мм².

Релейний сигнал (SPDT) 30В пост. струму, 1А

Аналоговий вихід 4...20 мА (3.9 .. 20.5 мА) гальван. ізольований.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

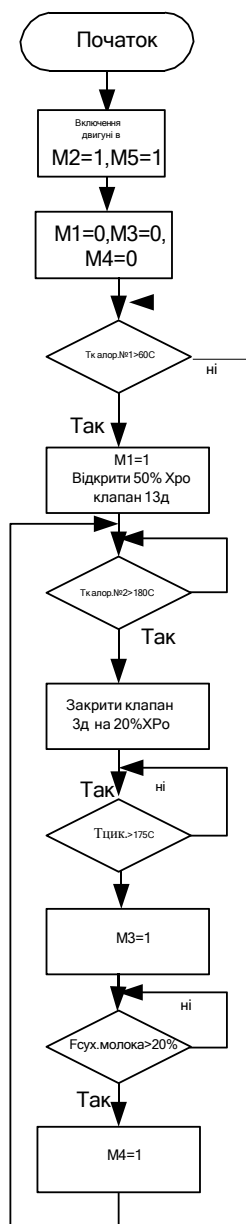


Рис 5.1 Фрагмент алгоритму керування роботою сушильної установки

Підготовка агрегату до пуску повинна здійснюватися відповідно до правил експлуатації, де вказані обсяг і послідовність виконання операцій обслуговуючим персоналом. Перед запуском процесу сушіння мають бути виконані наступні умови:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА							
Розроб.		Лемегов А.Д			Розробка системи автоматизації процесу сушіння молока			Літ.	Арк.	Аркушів		
Перевір.		Барилук О.В								44		
Секретар		Крупська Т.М						НУХТ				
Зав.каф		Смітюх Я.В						ЗАВ3-1				
Н.контроль												

- Бак з підготовленим пастерезованим продуктом повний;
- Засувка на вході в сушильну вежу закрита (клапан 13д);
- Температура згущеного продукту знаходиться в межах 60-70°;

Перед пуском установки треба під'єднати розпилювач бункера сушильної установки до електромережі вмиканням головного запобіжника. За 10-20 хвилин до запуску сушки в дію, необхідно повільно відкрити привід пари (клапан 2д) до підігрівача повітря і нагріти підігрівач. Якщо ж інтервал часу не буде витриманий за будь яких умов, тобто пристрої сушарки будуть пущені пізніше, рекомендується увімкнути охолоджуючий вентилятор (Двигун М2) для відведення теплого повітря від розпилювача сушильного агрегату. Пристрої сушки вмикають в наступному порядку: 1) охолоджуючий вентилятор, 2) нагнітаючий вентилятор, 3) всмоктуючий вентилятор, 4) змащення розпилювача, 5) розпилювач, 6) насос перекачки продукту.

Перевіряється число обертів розпилювального агрегату, яке повинно бути в межах 12000-12200 об/хв, температуру повітря, яке надходить в башту сушки, величина якої повинна бути 140-160°С і температура повітря, що виходить з сушильної башти. Сушильна башта, трубопроводи і циклонні розділювачі повинні підігріватися до тих пір, поки температура повітря на виході з сушки сягатиме 100°-110°С. При досягненні повітря цих температур на виході вмикається насос(М1) подачі згущеного молока. Потім знову перевірити температуру повітря, число обертів розпилювача, яке повинно бути не менше 12000хв-1. Далі регулюють подачу молока в сушку. Під час сушки необхідно контролювати число обертів розпилювача. При досягненні автоматичного регулювання постійної температури вихідного повітря тим самим і необхідного концентрату, вмикається система транспортування сушеного продукту в бак охолоджувач[2]. Під час роботи сушки необхідно слідкувати за наступними робочими параметрами:

- 1) за температурою повітря, що входить в башту сушки, температура 140°160°С,
- 2) за температурою повітря, що виходить 85°-95°С,

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3) за числом обертів диска розпилювача 12000хв-1,

4) за вакуумним манометром, що показує тиск в башті. Далі контролюється безперервна подача згущеного молока. Зупинка сушильної установки. Перед закінченням роботи сушильної установки необхідно напустити у вирівнюючий танк 100л води температурою 30°-50°С. Переключити автоматичне регулювання на ручне керування. Випустити молоко з танка і підвести воду до всмоктуючих насосів. Трубопровід молока і розподільовач розпилювача необхідно попередньо промити теплою водою. Після промивки необхідно закрити подачу пара до калорифера і включити наступні пристрої сушки: 1. насос згущеного молока, 2. розпилювач, 3. всмоктувальний вентилятор, 4. змащення розпилювача. Пристрої для збивання, пневматичне транспортування, охолоджуючий вентилятор необхідно залишити в експлуатації на 10-15хв. Потім вимкнути на пульті управління всі невимкнені пристрої.

Програма для ПЛК Schneider Electric M251 написана на мові програмування ST (StructuredText). Мова структурованого тексту (ST) одна з можливих мов програмування на контролерах фірми Schneider Electric[16]. Програма на мові структурованого тексту, подібна до правил написання на відомих алгоритмічних мовах, таких як PASCAL, C, BASIC і складається з програмних рядків, написаних із використанням відповідних правил побудови, інструкцій, стандартних процедур, зарезервованих слів і мнемонічних позначень, які визначають алгоритм обробки змінних різних типів. Текст програми на мові структурованого тексту організована в послідовності рядків, яка починається з знаку оклику, який генерується автоматично, і може включати наступні елементи: мітку, коментарі і одну або більшість інструкцій і команд, розподілених знаком ";". Мітка використовується для виділення послідовності інструкцій у програмі користувача (основна програма, підпрограма). Мітка має позначення %Li:, де і може приймати значення від 0 до 999 і розташовується на початку послідовності. Коментар може бути вставлений у любе місце програми й кількість їх не обмежена. Коментар може включати до 256 символів і записуватись у декілька рядків. Коментар розташовується між знаками (* та *). Коментарі зберігаються у пам'яті програми користувача. Програма

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

користувача складається з послідовності інструкцій, які розділяються одна від одної знаком ";". У структурованому тексті використовуються наступні інструкції:

- інструкції над бітами;
- арифметичні і логічні операції над словами і подвійними словами;
- арифметичні інструкції над словами у форматі із плаваючою комою;
- інструкції порівняння слів у різних форматах;
- інструкції перетворення форматів чисел;

Розробка прикладної програми включає в себе кілька етапів. На першому етапі розроблення прикладного програмного забезпечення необхідно визначити структуру програми користувача, яка може бути з одним завданням чи з багатьма завданнями. Крім того вона може включати в себе підпрограми та завдання обробки подій. Кожне з цих завдань програмується окремо. Кожна програма може програмуватися з використанням мов програмування, які підтримує ПЛК[6]. У контролерах Modicon M251 можуть використовуватись чотири мови програмування: крокових діаграм – Ladder Diagram, список інструкцій - Instruction List, структурований текст - Structued Text, та Граф сет - Grafset.

В даному проекті мова програмування – це структурований текст - Structued Text. Далі показана підпрограма регулювання температури в калорифері.

```
1%L200:(*Сушка молока*)
2SET      %Q2.5;(*ввімкнути мішалку*)
3%MW101:=%IW5.1*4;(*Вибір уставки концентрації*)
4IF %IW5.3<9500 AND %IW5.2<%MW101 THEN (*Якщо температура
недосягла "макс" та концентрація менша заданої*)
5%QW3.1:=10000;(*ввімкнути клапан подачі пари*)
6 END_IF;
7 IF %IW5.3>=9500 OR %IW5.2>=%MW101 THEN (*Якщо рівень досяг
"макс" та концентрація >= заданої*)
8 %QW3.1:=0;(*вимкнути клапан подачі пари*)
9 %MW102:=%IW5.3;(*Фіксуємо дійсний рівень*)
10 START %TM2;(*Таймер розігріву гарячого повітря в калорифері*)
```

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

- 11 END_IF;
- 12 SET %M5;(*Вмикаємо PID регулятор в автоматичний режим*)
- 13 PID(";",%IW6.2,%QW4.2,%M5,%MW20:43);(*Регулюємо температуру в калорифері*)
- 14 %MW20:1:=6500;(*завдання*)
- 15 %MW20:2:=0;(*Значення вих. в ручному режимі*)
- 16 %MW20:3:=-10;(*коефіцієнт пропорційності*)
- 17 %MW20:4:=10;(*коефіцієнт інтегрування*)
- 18 %MW20:5:=10;(*коефіцієнт диференціювання*)
- 19 %MW20:13:=1;(*режим диференціювання*)

За допомогою цієї програми виконується комплекс робіт із створення обслуговування систем автоматизації.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога *SCADA-системи.*

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

Середній рівень (рівень керування по показниках якості продуктів й ефективності виробництва) може бути реалізований з використанням SCADA-систем вітчизняних і закордонних виробників, наприклад [12,13]:

- Trace Mode (AdAstra, Росія);
- GENIE (Advantech, Тайвань);
- Genesys (Iconics, США);
- Real Flex (BJ, США);
- FIX (Intellution, США);
- Factory Suite, InTouch (Wanderware, США);
- Citect (CiTechnologies, США) і ін.

Перераховані вище програмні продукти призначені для використання на діючих технологічних установках у реальному часі і тому вимагають використання комп'ютерної техніки в промисловому виконанні, що відповідає найбільш твердим вимогам у змісті надійності, вартості й безпеці.

До SCADA-систем пред'являються особливі вимоги:

- відповідність нормативам "реального часу" (у т.ч. і "твердого реального часу");
- здатність адаптуватися як до змін параметрів середовища в темпі із цими змінами, так і до умов роботи інформаційно-керуючого комплексу;
- здатність працювати протягом усього гарантійного строку без обслуговування (безперебійна робота роками);
- установка у віддалених і важкодоступних місцях (як географічно - малообжиті райони, так і технологічно - колодязі, естакади).

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Лемегов А.Д			Розробка системи автоматизації процесу сушіння молока	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Барилюк О.В					49	
Секретар		Крупська Т.М				НУХТ		
Зав.каф		Смітюх Я.В				ЗАВЗ-1		
Н.контроль								

Основні можливості SCADA-систем:

- збір первинної інформації від пристроїв нижнього температури;
- архівування й зберігання інформації для наступної обробки (створення архівів подій, аварійної сигналізації, зміни технологічних параметрів у часі, повне або часткове збереження параметрів через певні проміжки часу);
- візуалізація процесів;
- реалізація алгоритмів керування, математичних і логічних обчислень (є убудовані мови програмування типу VBasic, Pascal, C й ін.), передача керуючих впливів на об'єкт;
- документування як технологічного процесу, так і процесу керування (створення звітів), видача на печатку графіків, таблиць, результатів обчислень й ін.;
- мережні функції (LAN, SQL);
- захист від несанкціонованого доступу в систему;
- обмін інформацією з іншими програмами (наприклад, Outlook, Word й ін. через DDE, OLE і т.д.).

Типова послідовність дій при програмуванні SCADA-системи:

- 1) Формування статичного зображення робочого вікна: тло, заголовки, мнемосхема процесу й т.д.
- 2) Формування динамічних об'єктів кожного вікна. Як правило, динамічні об'єкти створюються за допомогою спеціалізованого графічного редактора самого SCADA-пакета по жорстко заданому алгоритмі або на основі набору бібліотечних елементів з наступним присвоєнням параметрів (наприклад, рукоятка на екрані).
- 3) Опис алгоритмів відображення, керування, архівування, документування. Для цього є відповідні убудовані мови програмування.

В даній роботі використано SCADA TRACE MODE - це високотехнологічний програмний комплекс для автоматизації технологічних процесів (АСУ ТП), телемеханіки, диспетчеризації, обліку ресурсів та автоматизації будівель[13]. Цей комплекс працює на таких популярних операційних системах як Windows і Linux. SCADA TRACE MODE - це одна з

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

перших інтегрованих інформаційних систем для управління промисловим виробництвом, яка об'єднує в цілому продукти класу (SOFTLOGIC-SCADA/HMI-MES-EAM). Для створення операторського інтерфейсу та забезпечення управління системи автоматизації процесом сушки молока була обрана SCADA система TRACE MODE, представлена на рис 6.1, яка має дуже багато індивідуальних налаштувань та великий обсяг вбудованих бібліотек драйверів для понад 2755 різних контролерів, що дозволило налаштувати обладнання і об'єднати АСУТП сушіння молока в єдину, злагоджено працюючу систему. Система збирання та відображення інформації для сушильної установки А1-ОР2Ч призначена для автоматизації процесу виробництва сухого молока, а також для стабілізації якості сухого молока шляхом підтримання заданої температури та вологості продукту на виході, а також регулювання витрати вихідного продукту частотним регулятором, який керує насосом-дозатором. Система автоматизації сушильної установки А1-ОР2Ч забезпечує:

- автоматичну підтримку заданої температури продукту на виході з сушильної камери регулюванням витрати вихідного продукту за допомогою ПІ-регулятора частоти, що управляє насосом-дозатором;
- дистанційне регулювання обертів двигуна насоса-дозатора;
- індикацію та дисплеї комп'ютера таких сигналів: температури молока у танках; температури повітря; температури готового продукту; розрідження та надлишкового тиску в камері; рівень молока у приймальному баку; роботи двигунів; роботи нагрівальних елементів та охолоджувачів; стани клапанів; обертів двигуна розпилювальної установки;

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Головний екран АРМ процесу сушки молока має наступний вигляд:

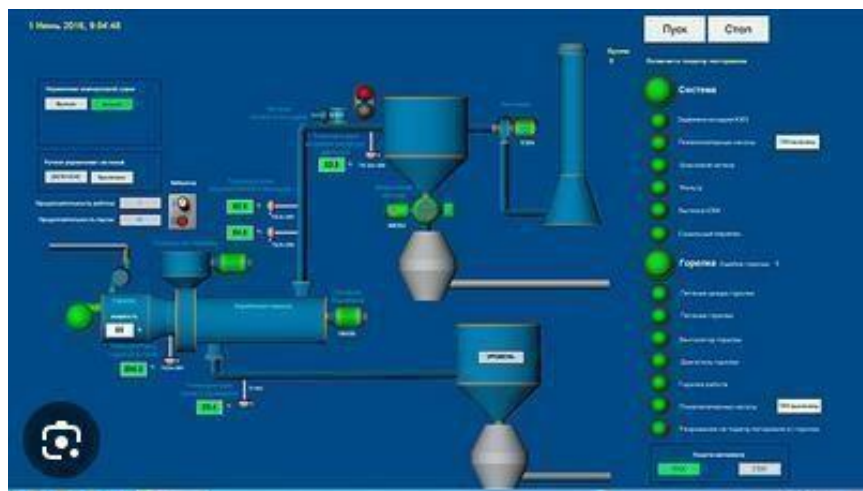


Рисунок. 6.2 - Мнемосхема технологічного процесу сушки молока

Для створення тегів викликається форма для перегляду-редагування: Теги / Змінні теги.

Викликається форма для редагування дискретного аларму – в Редакторе проекта – вибирається пункт меню Аларми/Дискретні аларми[12].

- в полі Тег аларма - нове ім'я конкретної тривоги,
- в полі Перемінний тег А вибирається із списку ім'я дискретного тегу, значення «1» якого буде джерелом тривоги, для збільшення інформативності повідомлення оператору-технологу можна заповнити поля Назва аларму, Опис аларму, Коментар. Інші поля залиште пустими.

Викликається форма для редагування дискретного аларму – в Редакторі проекта – вибирається пункт меню Аларми/Аналогові аларми.

Створюється сервер алармів, з меню Сервера/Серверів алармов викликається форма і задайте ім'я нового сервера ,натискається кнопка.

Сервер буде виконуватись в єдиному кластері із Сервером в/в.

Створюється новий тег тренду на основі тегу певної змінної з меню Теги/Тегів тренда.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З меню Сервера/ Серверів трендів викликається форма і задається ім'я нового сервера. Натискається кнопка Додати. Сервер буде виконуватись в єдиному кластері із Сервером в/в та Сервером алармів. В Редакторе графіки створюється нова сторінка на шаблоні singlera і зберігається під іменем ProcessAnalist.

Існує можливість перейменувати криві, задавати осі тренда та колір лінії.

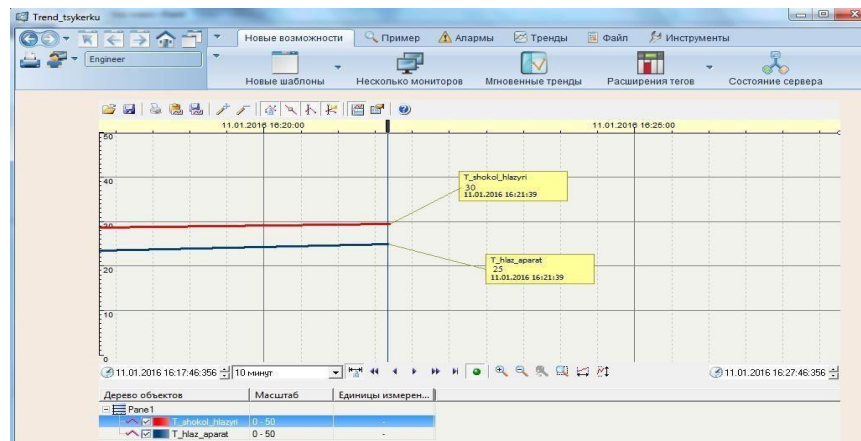


Рисунок. 6.3 - Тренди реального часу зміни температури в розпилювальній камері

Дата	Время	Тег	Имя	Состояние	User Comment
11.01.2016	16:34:27	Temp	T_shokol_hl	NORMA	
11.01.2016	16:34:27	Motor	M5	ON	
11.01.2016	16:34:27	Motor	M6	ON	

Рисунок. 6.4 - Екран тривог та алармів

Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання.

7.1. Постановка задачі дослідження

Розроблено та досліджено математичну модель по наступним параметрам: витрата згущеного молока і температура в сушильній башті установки.

$$\begin{cases} T_1 \frac{d\Delta P_n}{d\tau} + \Delta P_n = k_{11}\Delta G_n - k_{12}\Delta G_x - k_{13}\Delta t_c \\ T_2 \frac{d\Delta t_c}{d\tau} + \Delta t_c = k_{21}\Delta G_n - k_{22}\Delta G_x - k_{23}\Delta P_n + k_{24}\Delta x_2 + k_{25}\Delta t_c \\ T_3 \frac{d(\Delta t_c)}{d\tau} + \Delta t_c = k_{31}\Delta G_{зг.моло} - k_{32}\Delta G_{с.м} + k_{33}\Delta t_{рец} \end{cases}$$

де $\Delta t_{нов}$ – температура гарячого повітря з калорифера, °С;

$\Delta G_{зг.моло}$ – витрата згущеного молока, м³/год.;

$\Delta G_{с.м}$ – відбір сух. молока, т/год.;

$\Delta t_{рец}$ – температура повітря рециркуляції, °С;

ΔP_n - парціальний тиск пари, кПа;

Δt_c - температура середовища в калорифері, °С;

ΔG_n - витрата пари на калорифер, кг/год.;

ΔG_x - оберти дискового розпилювача, об/хв.;

Δt_c - температура вихідного продукту, °С.;


Δx_2 – ступінь сухості пари, %.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Лемегов А.Д			Розробка системи автоматизації процесу сушіння молока	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Барилюк О.В					55	
Секретар		Крупська Т.М				НУХТ		
Зав.каф		Смітюх Я.В				ЗАВЗ-1		
Н.контроль								

$$\begin{cases} 9,5 \frac{d\Delta P_n}{d\tau} + \Delta P_n = 0,07\Delta G_n - 0,011\Delta G_x + 0,0158\Delta t_c \\ 86,4 \frac{d\Delta t_c}{d\tau} + \Delta t_c = 0,095\Delta G_n - 0,32\Delta G_x - 0,12\Delta P_n + 0,13\Delta x_2 + 0,34\Delta t_c \\ 88 \frac{d(\Delta t_c)}{d\tau} + \Delta t_c = 0,37\Delta G_{зг.мол} - 0,01\Delta G_{см} + 0,054\Delta t_{рец} \end{cases}$$

Для того щоб відокремити управляючі та збурюючі дії, треба провести аналіз динамічних характеристик ТОУ[9,10]. Для цього аналізу складемо таблицю, у якій наведемо вхідні дії об'єкта та технологічні вимоги до регульованих змінних процесу:

Таблиця 7.1. Вхідні дії на об'єкт

Назва змінної	Одиниця виміру	Номінальне значення	Можливі зміни	
			Вигляд	Амплітуда
Гп – витрата пари	кг/Г од.	85	Керуюча дія	+57 -77
x2 – ступінь сухості пари	%	20		+4 -4
Gзг.мол – витрата витрата згущеного молока	мЗ/Г од	30		+89 -89
$\Delta G_{см}$ – витрата сухого молока	т/го д.	2	Керуюча дія	+33 -46
ΔG_n - витрата пари	мЗ/Г од.	1800		+360 -360
$\Delta t_{рец}$ - температура повітря рециркуляції	°С	500		+100 -100

7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі

Необхідно зрозуміти та визначити, що є керуючою дією, а що збурюючим фактором. Очевидно, що вплив збурення повинен бути меншим, чим вплив управління[10]. Тому необхідною і достатньою умовою регулювання об'єкта є виконання нерівності: $|K_U \cdot U| \geq |K_{ЗБ} \cdot Z|$

Виходячи з математичної моделі визначаємо:

Зміна ΔP^n по каналу G^n : $-59.5 \text{ кПа*год./кг}$;

G^x : -4.9 кПа*год./кг ;

зміна Δt^e по каналу G^n : $-8.1^\circ\text{C*год./кг}$;

G^x : $-142^\circ\text{C*год./кг}$;

P^n : -9°C/кПа ;

X_2 : -2.6°C/\% ;

t^z : $-170^\circ\text{C/}^\circ\text{C}$.

Зміна Δt_z по каналу $G_{нал}$ $-18,5^\circ\text{C*год./кг}$;

$G_{рец}$ $-18^\circ\text{C*год./кг}$;

$t_{рец}$ $-16,2^\circ\text{C/}^\circ\text{C}$.

Виходячи з розрахунків, робимо висновок про те, що на температуру калориферу найбільше впливає витрата пари (G_p), тому її доцільно обрати управліннями.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.3. Моделювання САР.

Для забезпечення необхідної роботи об'єкта управління сформуємо замкнену систему регулювання за відхиленням, як найбільш розповсюджену в промисловості.

Основним критерієм при виборі регулятора є точність підтримки ним параметра на заданому рівні.

Статична похибка по технологічним вимогам для ΔP^n не повина перевищувати ± 0.025 кПа; для $\Delta t^c - \pm 1$ °С. Реалізуємо систему автоматичного регулювання за допомогою ПІ-регулятора[10].

Контур регулювання парціального тиску пари складається з датчика ($K=1$ кПа, $T=3$ с, так парціальний тиск мало інерційна величина), ПІ-регулятора. Зона нечутливості датчика ± 0.1 кг/год., зона насичення: $+57$ год./кг, -77 год./кг.

Контур регулювання температури середовища в калорифері складається з датчика ($K=1$ °С, $T=100$ с, багато інерційна величина) та ПІ-регулятора. Зона нечутливості датчика ± 0.1 кг/год., зона насичення : $+33$ год./кг, -46 год./кг.

Оптимальні настройки ПІ-регулятора знайдемо за допомогою метода Циглера-Нікольса, призначеного для визначення налаштувань регуляторів, що забезпечують мінімум інтегрально-квадратичного критерію.

Відповідно до цього методу виконаємо наступні дії:

– розрахунок критичної настройки АСР з ПІ-регулятором, за якою система перебуватиме на межі стійкості;

– визначення за значеннями критичного коефіцієнта передачі регулятора $K_{p,кр}$ і періодом незатухаючих коливань T_k оптимальних налаштувань за формулами:

$$K_{p,опт}=0,35 \cdot K_{p,кр}$$

$$T_i=1,25 \cdot T_k$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

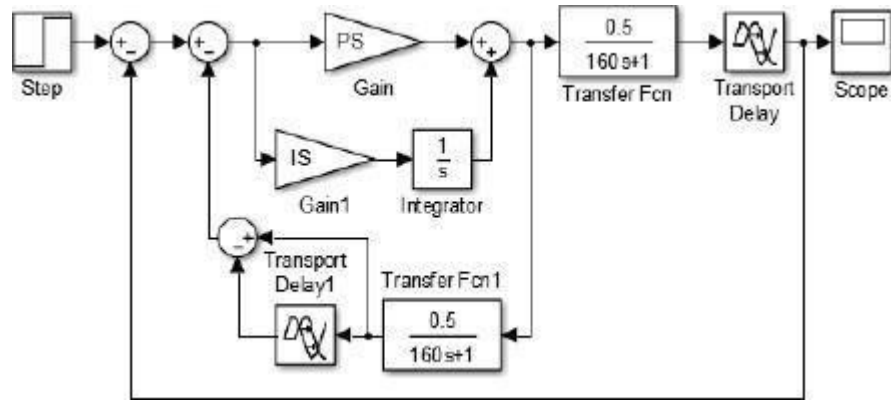


Рисунок 7.2. Структурна схема замкненої АСР з ПІ-регулятором

Змінюючи поступово коефіцієнт передачі K_p система опинилась на межі стійкості за таких значень:

- по каналу ΔP_{II} : $K_{p.kp} = 75 \frac{\text{кг/год}}{\text{кПа}}$; $T_k = 325\text{с}$.

- по каналу Δt_c : $K_{p.kp} = 65 \frac{\text{м}^3 / \text{год}}{^\circ\text{C}}$; $T_k = 325\text{с}$.

7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків

Знайдемо оптимальні налаштування ПІ-регулятора за такими формулами:

$$\text{- по каналу } \Delta P_{\text{п}} : K_{\text{р.опт}} = 0,35 \cdot K_{\text{р.кр}} = 26,25 \frac{\text{кг/год}}{\text{кПа}} ; T_{\text{i}} = 1,25 \cdot T_{\text{к}} = 403 \text{с.}$$

$$\text{- по каналу } \Delta t_{\text{с}} : K_{\text{р.опт}} = 0,35 \cdot K_{\text{р.кр}} = 22,75 \frac{\text{м}^3/\text{год}}{\text{°C}} ; T_{\text{i}} = 1,25 \cdot T_{\text{к}} = 403 \text{с.}$$

Так, як, за аналітично визначеними настройками система не відповідає якісним показникам, уточнимо ці настройки дослідним шляхом[10]. В результаті отримаємо оптимальні настройки регуляторів:

$$\text{- по каналу } \Delta P_{\text{п}} : K_{\text{р.опт}} = 30 \frac{\text{кг/год}}{\text{кПа}} ; T_{\text{i}} = 10 \text{с.}$$

$$\text{- по каналу } \Delta t_{\text{с}} : K_{\text{р.опт}} = 26 \frac{\text{м}^3/\text{год}}{\text{°C}} ; T_{\text{i}} = 400 \text{с.}$$

Всі перехідні процеси зняті при дії основного збурення, яким є витрата молока – 445 кг/год., як для каналу регулювання температури середовища, так і для каналу регулювання парціального тиску пари.

Перехідні процеси по каналу $\Delta t_{\text{с}}$

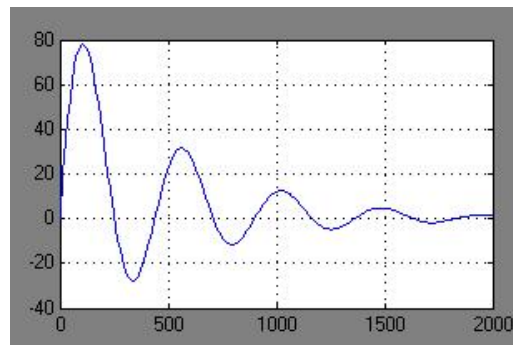


Рисунок 7.3. Перехідний процес в одноконтурній САРЗ ПІ-регулятором по каналу $\Delta t_{\text{с}}$ з оптимальними настройками регулятора –

$$K_{\text{р.опт1}} = 26 \frac{\text{м}^3/\text{год}}{\text{°C}} , T_{\text{i.опт1}} = 400 \text{с}, I_1 = 289 \text{C}^2 \cdot \text{с}$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

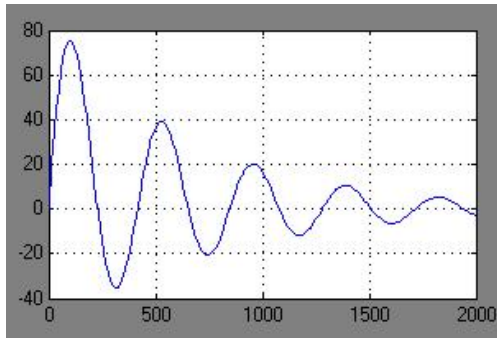


Рисунок 7.4. Перехідний процес в одноконтурній САР з ПІ-регулятором по каналу Δt_c з настройками регулятора –

$$K_{p1} = 31.2 \frac{m^3 / год}{^\circ C}, T_{i1} = 400c, I_1 = 310 C^2 * c$$

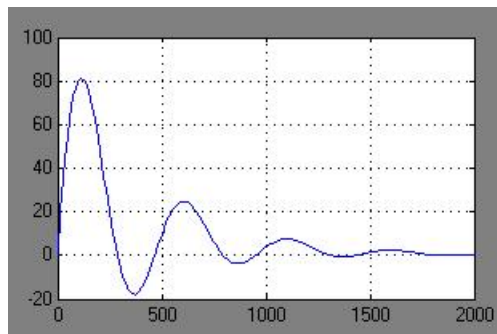


Рисунок 7.5. Перехідний процес в одноконтурній САР з ПІ-регулятором по каналу Δt_c з настройками регулятора –

$$K_{p1} = 20.8 \frac{m^3 / год}{^\circ C}, T_{i1} = 400c, I_1 = 298 C^2 * c$$

Перехідні процеси по каналу ΔP_n

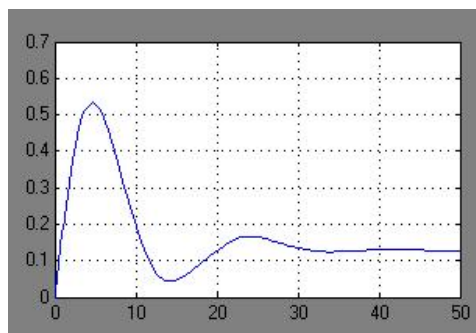


Рисунок 7.6. Перехідний процес в одноконтурній САР з ПІ-регулятором по каналу ΔP_n з настройками регулятора –

$$K_{p.опт2} = 30 \frac{кг / год}{кПа}, T_{i2} = 10c, I_2 = 490 Па^2 * c$$

$$K_{p2}=24 \frac{\text{кг/год}}{\text{кПа}}, T_{i2}=10\text{с}, I_2=519 \text{ Па}^2\cdot\text{с}$$

При оптимальних настройках регулятора маємо такі показники по каналу Δt_c :

динамічна похибка – 80°C , $I=289 \text{ }^\circ\text{C}^2\cdot\text{с}$;

по каналу ΔP :

динамічна похибка – $0,52 \text{ кПа}$, $I=490 \text{ Па}^2\cdot\text{с}$.

Для покращення процесу розробимо багатоконтурну систему, для цього розрахуємо компенсатори.

Передаточна функція компенсатора при підключенні його до входу в ТОУ визначається передатними функціями об'єкта за каналами збурення і керування:

$$W_{k1}(p) = \frac{-W_{12}(p)}{W_{22}(p)} ; W_{k2}(p) = \frac{-W_{21}(p)}{W_{11}(p)} .$$

$$W_{12}(p) = \frac{0.32}{86.4p+1} \quad W_{22}(p) = \frac{0.34}{86.4p+1} \cdot \frac{0.37}{88p+1}$$

$$W_{21}(p) = \frac{0.011}{9.5p+1} ; W_{11}(p) = \frac{0.07}{9.5p+1} ;$$

$$W_{k1}(p) = \frac{0.32}{86.4p+1} \cdot \frac{9.5p+1}{0.34 \cdot \frac{0.37}{88p+1}} = 2.5(88p+1) ;$$

$$W_{k2}(p) = \frac{0.011}{9.5p+1} \cdot \frac{9.5p+1}{0.07} = 0.157 ;$$

$W_{k1}(p)$ неможливо реалізувати фізично, так як ступінь полінома чисельника передаточної функції компенсатора вищий ступеня полінома знаменника, тобто повинен містити ідеальну диференціальну ланку. Тому реалізуємо лише другий компенсатор, який компенсує дію збурення по каналу $\Delta P_{п}$.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

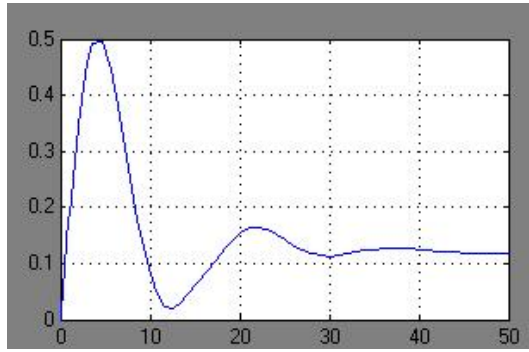


Рисунок 7. 9. Перехідний процес в автономній САР

по каналу ΔP_n з компенсатором ($k_n=0.157 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$), $I=425 \text{ Па}^2/\text{с}$

У результаті використання компенсатора отримали зменшення динамічної похибки, яка тепер становить 0,5 кПа та зменшення інтегрального квадратичного критерію на $65 \text{кПа}^2 \cdot \text{с}$.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Висновок

В кваліфікаційній роботі представлена розробка системи процесу сушки молока. В системі автоматизації використовуються сучасні засоби автоматизації: первинні перетворювачі, фірми МЕТРАН, ультразвукові рівнеміри фірми KOBOLT, сучасні витратоміри та інше. Система автоматизації побудована з використанням сучасного промислового логічного контролера Schneider Electric Modicon M251. Представлена АСУТП може реалізувати збільшення техніко – економічних показників, що значною мірою впливає на стабільну роботу всього підприємства та принесення прибутку.

Розроблена система автоматизації відповідає вимогам якості, надійності, сучасності, а також базується на використанні закордонної техніки. Завдяки використанню підбраної в кваліфікаційній роботі мікропроцесорної техніки було забезпечено високу точність регулювання і стабілізацію роботи печі, що значно підвищує рівень надійності спроектованої системи і забезпечує якісне регулювання виробничим процесом. Використання контролера Modicon M251, що є порівняно недорогим на ринку автоматизації, дає змогу в автоматичному режимі програмно керувати технологічним процесом – отримати систему управління, яка забезпечує: контроль та реєстрацію регульованих величин, відображення ходу технологічного процесу на мнемосхемі, ручне керування виконавчими механізмами, покращення якості кінцевого продукту, яка досягається шляхом введення точних налаштувань регуляторів.

Розроблено програмне забезпечення для управління технологічним процесом з допомогою програмного забезпечення SoMachine від фірми Schneider Electric. Це дає можливість застосовувати для оперативного управління SCADA – програму реалізовану з допомогою Trace Mode.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури.

1. Іванов С.В, Молокопереробка. Промисловий інжиніринг : підручник / С. В. Іванов, О. В. Грек, Т. Г. Осьмак ; М-во освіти і науки України, НУХТ. - Київ : НУХТ, 2017. - 275 с. - ISBN 978-966-612-194-6.
2. Солдатов В.В., Маклаков В.В., Шиянова Н.И. Система робастного керування ТП виробництва сухого молока. // Автоматизація в промисловості 2006, №1. - Стр. 14-17.
3. Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування: Навчальний посібник/ Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк, О.П.Лобок. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 160 с.
4. Ладанюк А.П. Автоматизація технологічних процесів та виробництв харчової промисловості: Підручник [Текст]/ Ладанюк А.П, Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Цюцюра В.Д. // К.: Аграрна освіта.–2001.–224 с.
5. Ельперін І.В. 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. [Електронний ресурс]. – К. : НУХТ, 2020. – 73 с
6. Деменков Н.П. Системи автоматичного управління на основі програмованих логічних контролерів. – Технічна колекція Schneider Electric. – №16, 2008. – 77 с.
7. Ельперін І.В. Промислові контролери [Текст]: Навчальний посібник/ І.В.Ельперін – К.: НУХТ, 2003. – 320 с.
8. Калениченко А.В. Довідник інженера по контрольно-вимірювальних приладів та автоматики. / Под ред. А.В.Калініченко: М .: "Инфа-Инженерия", 2008. - 576 с.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Карпін Є.Б. Автоматизація технологічних процесів харчових виробництв: Учеб. для вузів / Під ред. Є.Б. Карпіна. - 2-е изд., Перераб. і доп. - М.: Агропромиздат, 1985. - 536 с
10. Ладанюк А.П. Методи сучасної теорії управління: / А.П.Ладанюк, В.Д.Кишенько, Н.М.Луцька, В.В.Іващук. – К.:НУХТ, 2010. -196 с.
11. Ельперін І.В. 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
12. Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах: Навчальний посібник./ О.М. Пупена, І.В.Ельперін, Н.М.Луцька, А.П.Ладанюк – К.:Вид.-во "Ліра-К", 2011. - 552 с.
13. SCADA.–Режим доступа:www.URL:<https://uk.wikipedia.org/wiki/SCADA>
14. Преобразователи:
<https://www.kobold.com/%D0%92%D0%BB%D0%B0%D0%B6%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C>
15. Ультразвукові рівнеміри <https://www.kobold.com/uploads/files/nus-4-gb-level.pdf>
16. <https://www.se.com/ua/uk/product-range/62130-modicon-m251/>
chrome-
17. extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.emerson.com>
18. Модуль аналогового вводу
<https://www.se.com/ua/uk/search/?q=%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%96+%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE+%D0%B2%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%83+TM3AI8G&submit=Search>
19. Модуль аналогового виходу
<https://www.se.com/ua/uk/search/?q=%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%96+%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D0%BE+%D0%B2%D0%B8%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%83+TM3AQ4G&submit=Search>

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

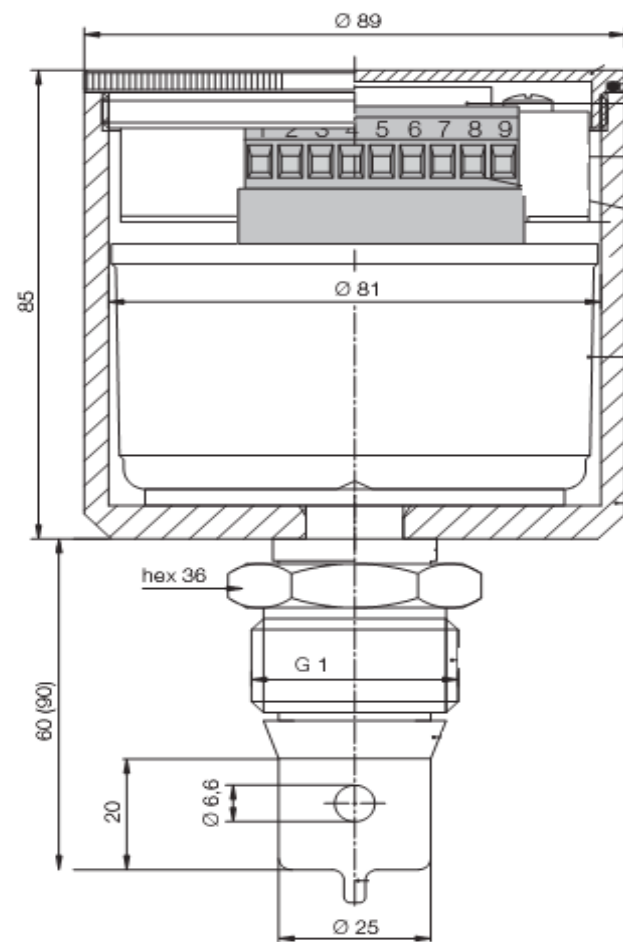


Рисунок – 2 – Монтажне креслення рівнеміра



Рисунок – 3 – Зовнішній вигляд рівнеміра

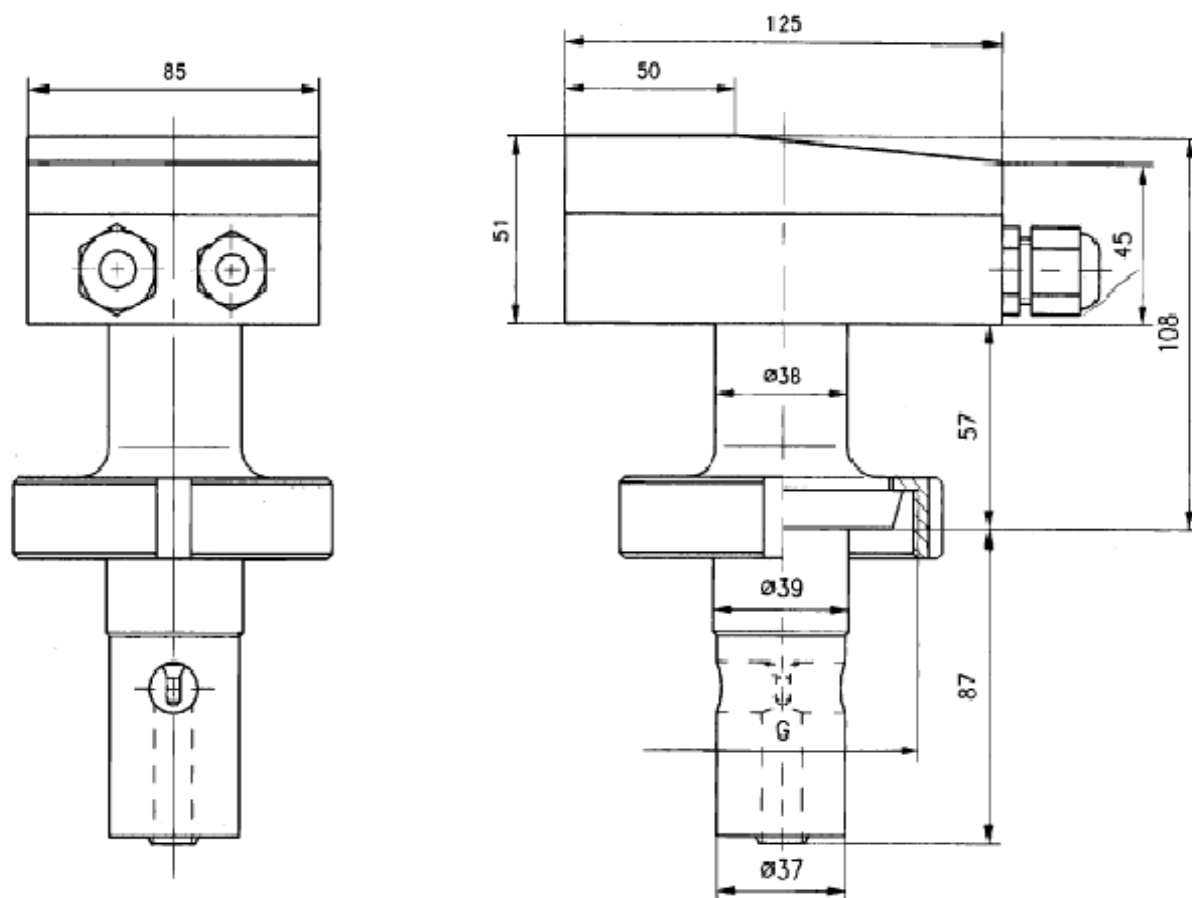
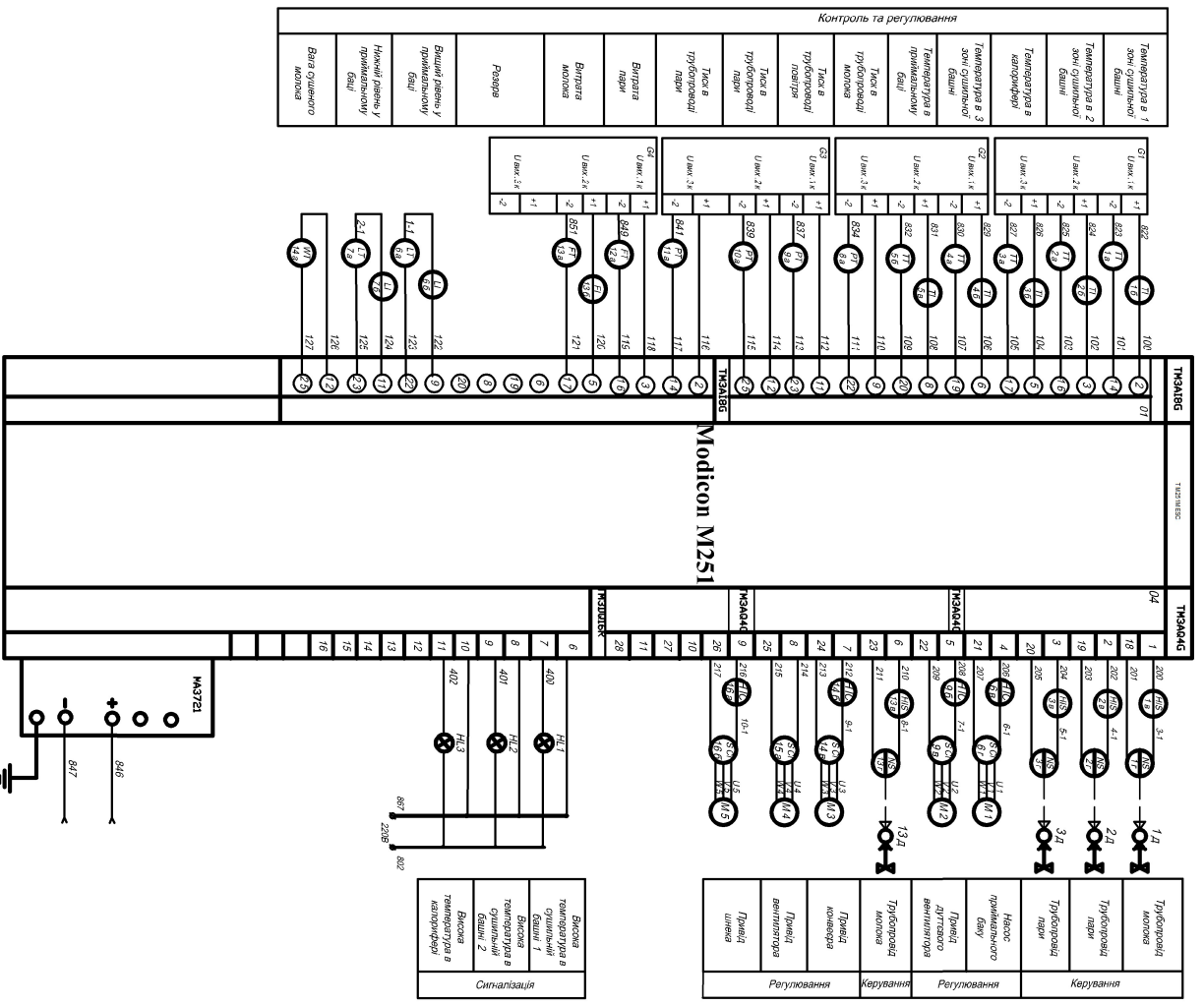


Рисунок – 1 – Габаритні розміри рівнеміра

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
						Спеціальність: 151 „Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”	Стадія	Маса	Масштаб
Зм.	Кільк	Аркуш	Листок	Підпис	Дата				
Виконав	Лемегов А.Д.					Розробка системи автоматизації процесу сушіння молока			
Перевірив	Барилюк О.В.						Лист3	Листів	
Секретар	Крупська Т.М.					Установче креслення рівнеміра Kobolt NEK	Сумська філія НУХТ Гр.ЗАВ 3-1		
Зав.каф.	Смітюх Я.В.								

Позиц. познач.	Найменування	Кільк.	Примітка
	Деталей за списком		
Модуль М251	Модуль електроживлення	1	
ТНЗАВБ	Модуль електроживлення, 8 каналів	2	
ТНЗАОБ	Модуль електроживлення, 8 каналів	1	
НЛ1	Адаптер сигнальний АС-220 з електрою лінійною	1	
НЛ2	Адаптер сигнальний АС-220 з електрою лінійною	1	
НЛ3	Адаптер сигнальний АС-220 з електрою лінійною	1	

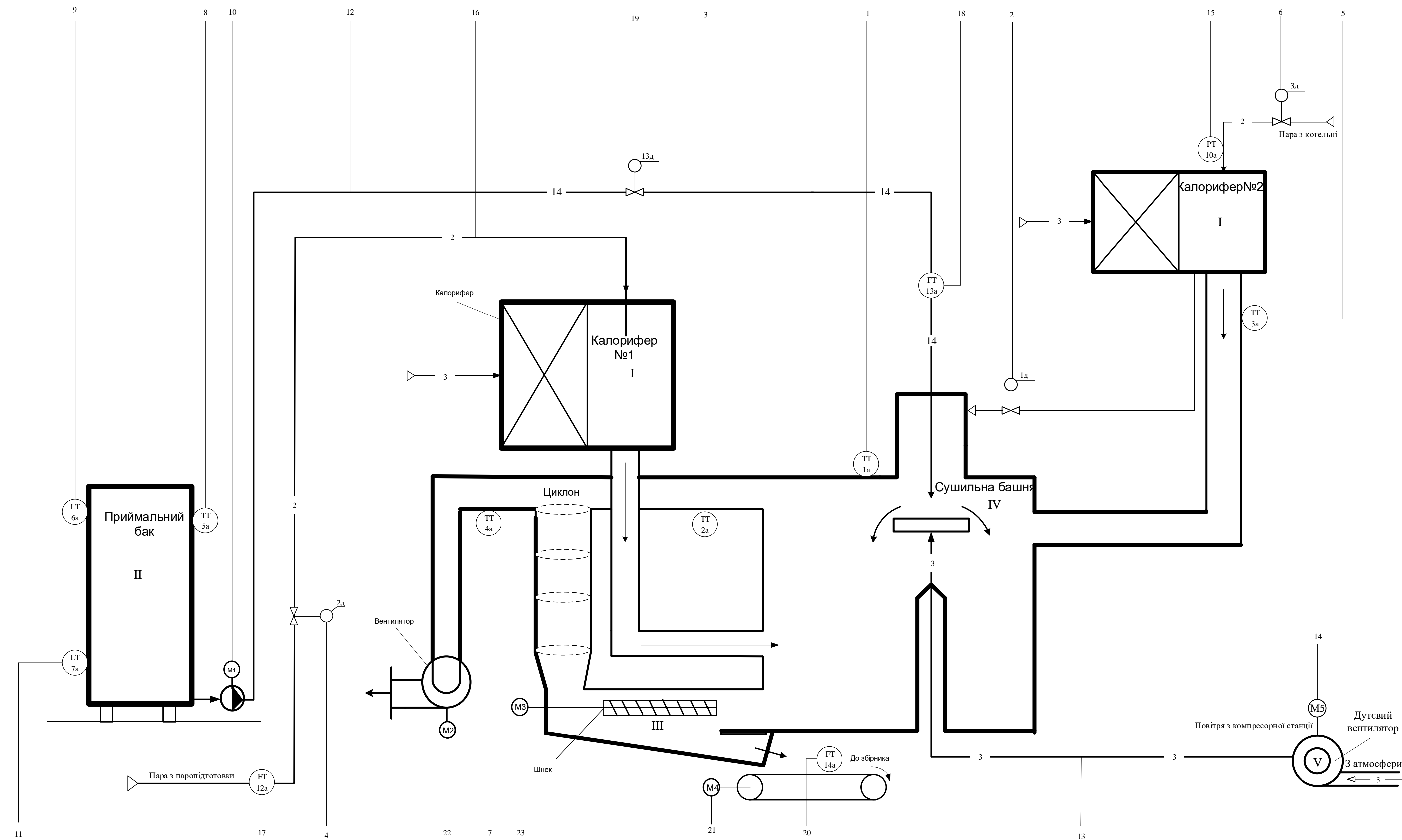


Код	Назва	Кільк.	Примітка
531	Кабель	1	
532	Кабель	1	
533	Кабель	1	
534	Кабель	1	
535	Кабель	1	
536	Кабель	1	
537	Кабель	1	
538	Кабель	1	
539	Кабель	1	
540	Кабель	1	
541	Кабель	1	
542	Кабель	1	
543	Кабель	1	
544	Кабель	1	
545	Кабель	1	
546	Кабель	1	
547	Кабель	1	
548	Кабель	1	
549	Кабель	1	
550	Кабель	1	

Складові: 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000.

КАБЛЮКІВАННЯ РОБОТУ

Код	Назва	Кільк.	Примітка
551	Кабель	1	
552	Кабель	1	
553	Кабель	1	
554	Кабель	1	
555	Кабель	1	
556	Кабель	1	
557	Кабель	1	
558	Кабель	1	
559	Кабель	1	
560	Кабель	1	
561	Кабель	1	
562	Кабель	1	
563	Кабель	1	
564	Кабель	1	
565	Кабель	1	
566	Кабель	1	
567	Кабель	1	
568	Кабель	1	
569	Кабель	1	
570	Кабель	1	
571	Кабель	1	
572	Кабель	1	
573	Кабель	1	
574	Кабель	1	
575	Кабель	1	
576	Кабель	1	
577	Кабель	1	
578	Кабель	1	
579	Кабель	1	
580	Кабель	1	
581	Кабель	1	
582	Кабель	1	
583	Кабель	1	
584	Кабель	1	
585	Кабель	1	
586	Кабель	1	
587	Кабель	1	
588	Кабель	1	
589	Кабель	1	
590	Кабель	1	
591	Кабель	1	
592	Кабель	1	
593	Кабель	1	
594	Кабель	1	
595	Кабель	1	
596	Кабель	1	
597	Кабель	1	
598	Кабель	1	
599	Кабель	1	
600	Кабель	1	



Позн.	Найменування	К-ть	Примітка
Прилади за місцем			
1а,2а,3а,4а,5а	Термометр опору ТСМУ МЕТРАН 274	5	
6а,7а	Ультразвуковий рівнемір Kobolt NEK	2	
8а,9а,10а,11а,12а	Датчик тиску Метран 55	5	
6г,9г,14г,15г,16г	Частотний перетворювач Vesper 7011	5	
1а,2а,3а,13а	Виконавчий механізм МЭО 40/25	4	
12а,13а	Вихровий вітратомір серії Sitrans FX 300	2	
14а	Конверсійні ваги СВЕДА ВК-230	1	
Прилади на щиті			
	Мікропроцесорний промисловий контролер Modicon M251	1	
16,26,36,46,56,66,76,136	Мікропроцесорний індикатор ІТМ-11	8	
1г,2г,3г,13г	Пускач безконтактний реверсивний ПБР-2М	4	
1а,2а,3а,6а,9а,13а,14а,16а	Блок ручного управління БРУ-7	8	

Позн.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Прилади за місцем	20-50 °C	Регулювання	165-180 °C	Регулювання	165-180 °C	Регулювання	55-70 °C	20-30 °C	1,5м	Керування	1м	3 кг/сек ²	7 кг/сек ²	Керування	2,5 кг/сек ²	2,5 кг/сек ²	25 м ³ /год	3 м ³ /год	Регулювання	2 т/год	Керування	Керування	Керування
Прилади на щиті	TI 16	NS 1r NIS 1b	TI 26	NS 2r NIS 2a	TI 36	NS 3r NIS 3a	TI 46	TI 56	LI 66	NIS 6a	LI 76	NIS 8a	PT 8a	NIS 9a	NIS 9b	NIS 9c	FT 136	NS 13r	NIS 13a	NIS 14a	NIS 14b	NIS 15a	NIS 16a
Modicon M251	V	C	A	B																			
ЕОМ																							

Позн.	Найменування
I	Калорифер
II	Прийомний бак
III	Шнек
IV	Сушильна башня
— 2 —	Перегріта пара
— 3 —	Повітря
— 14 —	Згущене молоко

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА							
Зм.	Кільк.	Арх.	Мод.	Підпис	Дата		
Виконав	Лемегов А.Д.						
Перевірив	Барышов О.В.						
Секрет.	Крушель Т.М.						
Зав.каф.	Ситюк Я.В.						
Норм.контр.							
Спеціальність: 151 „Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології”					Стадія	Маса	Масштаб
Розробка системи автоматизації процесу сушіння молока							
Функціональна схема автоматизації					Лист 1	Листів	
					Сумська філія НУХТ ЗАВ-3-1		