

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Факультет електроніки та інформаційних технологій  
Кафедра комп'ютерних наук

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри КН

\_\_\_\_\_ Довбиш А. С.

\_\_\_\_\_ 2020 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

на тему: «Автоматизація процесу сушіння соняшника в шахтній сушарці»

(Дипломний проект)

Керівник проекту:

к.т.н., доцент

Кулінченко Г.В.

Дипломник:

студент гр. СУ-61

Бойко А.О.

Суми – 2020

| Ном.поз | Формат | Позначення          | Найменування   | Кількість ар-<br>кушів | № екз. | Примітки |
|---------|--------|---------------------|--|------------------------|--------|----------|
|         |        |                     | <u>Документація</u><br><u>загальна</u>   |                        |        |          |
|         |        |                     | <u>Застосована</u>   |                        |        |          |
| 1       | A4     |                     | Завдання кафедри   | 1                      |        |          |
|         |        |                     | <u>Новозроблена</u>  |                        |        |          |
| 2       | A4     | ТЗ                  | Технічне завдання  | 3                      |        |          |
| 3       | A4     |                     | Реферат  | 1                      |        |          |
| 4       | A4     | СУ 61 6.150101 ПЗ   | Пояснювальна записка   | 47                     |        |          |
|         |        |                     | <u>Документація конструкторська</u>  |                        |        |          |
| 5       | A3     | СУ-61 6.15101.13 А2 | Функціональна схема автоматиза-<br>ція процесу сушіння соняшника   | 1                      |        |          |
| 6       | A3     | Застосовано         | Мережа живлення  | 1                      |        |          |
| 7       | A3     | Застосовано         | S7-1200 Виходи дискретного мо-<br>дуля   | 1                      |        |          |
| 8       | A3     | Застосовано         | S7-1200 Входи дискретного мо-<br>дуля  | 1                      |        |          |
| 9       | A3     | Застосовано         | S7-1200 Входи аналогового мо-<br>дуля з підключенням термоопір<br>по двох провідний схемі підклю-<br>чення | 1                      |        |          |

|           |                 |          |        |      |   |                    |      |         |
|-----------|-----------------|----------|--------|------|---|--------------------|------|---------|
|           |                 |          |        |      | <b>СУ-61 6. 151.01. ВД</b>                                      |                    |      |         |
| Зм.       | Арк             | № докум. | Підпис | Дата |   |                    |      |         |
| Розроб.   | Бойко А.О.      |          |        |      | Автоматизація процесу<br>сушіння соняшника в<br>шахтній сушарці | Літ.               | Арк. | Аркушів |
| Провер.   | Кулінченко Г.В. |          |        |      |   |                    | 1    | 2       |
| Реценз.   |                 |          |        |      |   | <i>СумДУ СУ-61</i> |      |         |
| Н. Контр. |                 |          |        |      |   |                    |      |         |
| Утверд.   |                 |          |        |      |   |                    |      |         |

|    |    |                      |  |   |  |  |
|----|----|----------------------|--|---|--|--|
| 10 | A3 | застосовано          | Схема підключення датчиків температури по трьох провідній схемі насіння до перетворювача | 1 |  |  |
| 11 | A3 | застосовано          | Схема підключення частотного перетворювача норії   | 1 |  |  |
| 12 | A3 | СУ-61 6.15101.160 E2 | Схема керування шиберної заслінки завальної ями  | 1 |  |  |
| 13 | A3 | застосовано          | Схема підключення приладу плавного пуску   | 1 |  |  |
| 14 | A3 | СУ-61 6.15101.180 E2 | Схема підключення частотного перетворювача вивантажувального механізму                   | 1 |  |  |
| 15 | A3 | СУ-61 6.15101.140 E2 | Схема підключення плавного пуску для вентиляторів  | 1 |  |  |
| 16 | A4 |                      | Головіні вікна SCADA система   | 4 |  |  |

|            |            |                 |               |             |   |                    |             |                |
|------------|------------|-----------------|---------------|-------------|---|--------------------|-------------|----------------|
|            |            |                 |               |             | <b>СУ-61 6. 151.01. ВД</b>                                |                    |             |                |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |   |                    |             |                |
| Розроб.    |            | Бойко А.О.      |               |             | Автоматизація процесу сушіння соняшника в шахтній сушарці | <i>Літ.</i>        | <i>Арк.</i> | <i>Аркушів</i> |
| Провер.    |            | Кулінченко Г.В. |               |             |   |                    | 2           | 2              |
| Реценз.    |            |                 |               |             |   | <i>СумДУ СУ-61</i> |             |                |
| Н. Контр.  |            |                 |               |             |   |                    |             |                |
| Утверд.    |            |                 |               |             |   |                    |             |                |

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Факультет електроніки та інформаційних технологій  
Кафедра комп'ютерних наук

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри КН

\_\_\_\_\_ Довбиш А. С.

\_\_\_\_\_ 2020 р.

## ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

**Для проекту : «Автоматизація процесу сушіння соняшника в шахтній сушарці»**

Керівник проекту:

к.т.н., доцент

Кулінченко Г.В.

Дипломник:

студент гр. СУ-61

Бойко А.О.

Суми – 2020

1. *Назва і галузь застосування:* Автоматизація процесу сушіння соняшника в шахтній сушарці.

2. *Підстави для проектування:* Наказ ректора Сумського державного університету № 0543 III від “21” квітня 2020р.

3. *Мета і призначення проекту:* Збільшити енергоефективність, підвищити надійність функціонування, зменшити пересушування насіння, виконати підбір засобів автоматизації для вищезгаданої системи, створити алгоритми керування.

4. *Джерела розроблення:*

4.1. Сушка и хранение семян подсолнечника / Л. Д. Комышник, А. П. Журавлев, Ф. М. Хасанова. —М.: Агропромиздат, 1989. — 95 с.: ил.

4.2. SIMATIC S7 S7-1200 Programmable controller, System manual, V4.2, 09/2016 A5E02486680-AK

4.3. <https://kmzindustries.ua/ua/elevators/yak-sushiti-sonyashnik>

4.4. Документація на технічні засоби автоматизації.

5. *Режими роботи об'єкта:* автоматичний режим, призначений для безперервної роботи системи, ручний режим, призначений для поточного налаштування системи керування, аварійний.

6. *Умови експлуатації для шафи управління сушарки:* Шафи управління повинні бути встановлені в закритих приміщеннях в кліматичних умовах по ДСТУ 14254 – 96, температура навколишнього середовища для шафи управління від 0°C до +50°C. Навколишнє середовище має бути не вибухонебезпечним, Ступінь захисту обладнання автоматизації від дії навколишнього середовища не нижче IP20 по ДСТУ 14254 – 96. До шафи управління прокладено силовий кабель, та інформаційні кабелі Modbus, та Profinet.

6. *Умови експлуатації шаф управління транспортного обладнання:* повинен бути температурний діапазон від -25<sup>0</sup>С до +70<sup>0</sup>С. Ступінь захисту повинен бути IP54, це дає можливість розташовувати щити управління біля транспортного обладнання що дає змогу знизити витрати кабелю. До шаф управління повинні підводиться силовий кабель та до певних шаф що мають частотний перетворювач, підводиться інформаційний кабель Modbus.

7. *Технічні вимоги:*

Норія

|                                 |           |
|---------------------------------|-----------|
| Висота транспортного обладнання | 15-25м.   |
| Продуктивність                  | 0-80 т\ч. |

|  |  |
|--|--|
| Оптимальна швидкість для транспортування соняшника | 2-2.4 м/с. залежності від проценту вологості насіння |
|--|--|

#### Гвинтовий конвеєром

|  |  |
|--|--|
| Продуктивність                                     | 0-80 т\ч.  |
| Оптимальна швидкість для транспортування соняшника | 2-2.4 м/с. залежності від проценту вологості насіння |
| Ширина транспортного обладнання                    | 15 м   |
| Температура переміщення                            | До 90 0С   |

#### Стрічкові транспортери

|  |  |
|--|--|
| Довжина  | 40-50 м.   |
| Оптимальна швидкість для транспортування соняшника | 2-2.4 м/с. залежності від проценту вологості насіння |
| Продуктивність                                     | 100 т\ч.   |

#### Шиберна заслона

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| Регулювання положення відкриття | Відкриття залежність від проценту вологості насіння. |
|---------------------------------|--|

#### Шиберна заслінка завальної ями

|           |                                |
|-----------|--------------------------------|
| Відкриття | По позиції (відкритть закрить) |
|-----------|--------------------------------|

#### Сушарка

|  |   |
|--|---|
| Підтримка заданої температури повітряного агента сушіння | +110...130 <sup>0</sup> С                   |
| Підтримка заданої температури насіння соняшника          | -20...70 <sup>0</sup> С                     |
| Підтримка заданої вологи насіння                         | 0...30%                                     |
| Підтримка заданого рівня                                 | Включать, відключать транспортне обладнання |
| Керування витяжними заслінками                           | По позиції (відкритть закрить)              |

#### Газова топка

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| Контроль блока газової топки | Modbus RTU |
|------------------------------|------------|

Вентилятори холодної зони

|                                      |                  |
|--------------------------------------|------------------|
| Швидкість                            | 6,4 тис. м3/год. |
| Температура газова-повітряної суміші | -40 0С до 40 0С  |

Витяжний вентилятор

|                                      |                 |
|--------------------------------------|-----------------|
| Швидкість                            | 6,4тис. м3/год. |
| Температура газова-повітряної суміші | -40 0С до 70 0С |

8. *Технічні засоби автоматизації*: ПЛК та панель оператора повинен бути марки Siemens , для транспортного обладнання частотні перетворювачі повинні бути марки Danfos, прилади плавного пуску siemens та abb, реле звукові сигналізатори, світлові індикатори, та інше.

9. *Стадії та етапи проектування*:

| № етапу | Зміст етапу проектування                   | Термін виконання<br>(початок-кінець) |
|---------|--|--------------------------------------|
| 1       | Розробка ТЗ                                | 21.02.2020 – 01.03.2020              |
| 2       | Розробка інформаційно матеріальних потоків | 02.03.2020 – 25.03.2020              |
| 3       | Розробка функціональної схеми              | 25.03.2020-15.04.2020                |
| 4       | Вибір засобів автоматизації                | 15.04.2020-30.04.2020                |
| 5       | Розробка алгоритму керування               | 30.04.2020-10.05.2020                |
| 6       | Технічне оформлення проекту                | 10.05.2020-20.05.2020                |

10. *Додатки*: повинні містити функціональні та електричні схеми, та SCADA система.

## РЕФЕРАТ

Бойко Андрій Олегович. Автоматизація процесу сушіння соняшника в шахтній сушарці. Дипломний проект. Сумський державний університет. Суми, 2020 р.

Проект містить: 47 сторінок, 26 рисунки, 24 таблиць, 11 додатків, 11 схеми. При виконанні дипломного проекту було використано 24 літературних джерел.

Досліджено систему керування шахтної сушарки для сушіння соняшника. Розроблене технічне завдання. Розроблено технічне завдання. Розроблено контури керування. Вибрано засоби автоматизації. Розроблено алгоритми керування по створеним контурам. Розроблено візуалізацію технічного процесу, що являє собою важливий елемент відстеження та керування параметрів системи. Розробка функціональної схеми, та електричних схем

## ABSTRACT

Boiko Andrii Olegovich. Automation of the drying sunflower in a mine dryer process. Degree project. Sumy State University. Sumy, 2020

The project contains: 47 pages, 36 drawings, 24 tables, 11 annexes, 11 schemes. During the implementation of the diploma project 24 literary sources were used.

The control system of the mine dryer for drying sunflower is investigated has been developed. A technical task has been developed. Control contours were developed. Automation tools selected. The algorithms of control on created contours were developed. The visualization of the technical process has been developed, which is an important element of tracking and controlling system parameters. The functional automation scheme of system and electrical sheme were development.



Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Факультет електроніки та інформаційних технологій  
Кафедра комп'ютерних наук  
Секція комп'ютеризованих систем управління

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту

Автоматизація процесу сушіння соняшника в шахтній сушарці

Керівник проекту:

к. т.-н. доцент

Кулінченко Г.В.

Проектант:

студент групи СУ-61

Бойко А.О.

Суми - 2020

## Зміст

|   |    |
|---|----|
| <b>СКРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ</b> .....   | 3  |
| <b>ВСТУП</b> .....  | 4  |
| <b>1.ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС</b> .....   | 5  |
| 1.1.Характеристика насіння соняшника .....  | 5  |
| 1.2.Технологія процесу.....   | 5  |
| 1.3. Аналіз технологічного процесу сушіння олійних культур соняшника система функціонування процесу ..... | 9  |
| 1.4.Функціональні задачі керування .....  | 11 |
| <b>2.КОНТУРИ КЕРУВАННЯ</b> .....  | 12 |
| 2.1. Контур транспортування.....  | 12 |
| 2.2.Контур керування сушаркою .....   | 13 |
| 2.3 Контур управління газової топки.....  | 15 |
| 2.4Контур керування шнеком та норії .....   | 16 |
| 2.5 Функціональна схема автоматизація .....   | 19 |
| <b>3.ВИБІР ДАВАЧІ</b> .....   | 21 |
| 3.0 Вибір давачів температури .....   | 21 |
| 3.1Вибір давача рівня .....   | 22 |
| 3.2 Вибір давача вологості сировини.....  | 23 |
| 3.4 Вибір давача положення .....  | 24 |
| 3.5 Давач температури вальців .....   | 25 |
| 3.6 Ємнісний давач .....  | 26 |
| 3.7 Вибір частотного перетворювача для норії.....   | 26 |
| 3.8 Вибір електричної заслінки для відпрацьованого повітря .....  | 28 |
| 3.9 Вибір пристрою плавного пуску для транспортного обладнання. ....                                      | 28 |

|            |            |                 |               |             |   |             |             |                |
|------------|------------|-----------------|---------------|-------------|---|-------------|-------------|----------------|
|            |            |                 |               |             | <b>СУ-61 6. 151.01. ПЗ</b>                                |             |             |                |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |   |             |             |                |
| Розроб.    |            | Бойко А.О.      |               |             | Автоматизація процесу сушіння соняшника в шахтній сушарці | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Аркушів</i> |
| Провер.    |            | Кулінченко Г.В. |               |             |   | 3           | 47          |                |
| Реценз.    |            |                 |               |             | <i>СумДУ СУ-61</i>  |             |             |                |
| Н. Контр.  |            |                 |               |             | Пояснювальна записка                                      |             |             |                |
| Утверд.    |            |                 |               |             |   |             |             |                |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.10. Вибір пристрою плавного пуску для вентиляторів .....   | 29        |
| 3.11 Вибір засобів для автоматизації вивантажувальний механізми.....   | 29        |
| <b>4.ВИБІР ПРОГРАМНО ЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЕРА PLC, ТА ДОДАТКОВИХ<br/>МОДУЛІВ ВЕДЕННЯ ВИВЕДЕННЯ, ТА ІНТЕРФЕЙСНИХ МОДУЛІВ.....</b> | <b>32</b> |
| 4.1 Модуль дискретний модуль ведення-виведення SM1221 .....  | 35        |
| 4.2 Аналоговий модуль SM 1231.....   | 36        |
| 4.2.Модуль зв'язку SM1241.....   | 37        |
| <b>5.ВИБІР ІНТЕРФЕЙСІВ .....</b>   | <b>39</b> |
| 5.1 Вибір Interface зв'язку .....  | 39        |
| 5.2 PROFINET .....   | 39        |
| 5.3 Вибір топології.....   | 40        |
| <b>6.ПОБУДОВА SCADA СИСТЕМИ ОБ'ЄКТА ШАХТНОЇ СУШАРКИ.....</b>   | <b>41</b> |
| <b>7.РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ.....</b>  | <b>42</b> |
| <b>ВИСНОВОК.....</b>   | <b>46</b> |
| <b>ЛІТЕРАТУРА .....</b>  | <b>47</b> |
| Додаток А. SCADA система .....   | 2         |

|            |            |                 |               |             |  |                    |             |                |
|------------|------------|-----------------|---------------|-------------|--|--------------------|-------------|----------------|
|            |            |                 |               |             | <b>СУ-61 6. 151.01. ПЗ</b>                                   |                    |             |                |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |  |                    |             |                |
| Розроб.    |            | Бойко А.О.      |               |             | Автоматизація процесу сушіння<br>соняшника в шахтній сушарці | <i>Літ.</i>        | <i>Арк.</i> | <i>Аркушів</i> |
| Провер.    |            | Кулінченко Г.В. |               |             |  |                    | 3           | 47             |
| Реценз.    |            |                 |               |             | Пояснювальна записка   | <i>СумДУ СУ-61</i> |             |                |
| Н. Контр.  |            |                 |               |             |  |                    |             |                |
| Утверд.    |            |                 |               |             |  |                    |             |                |

## СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

СУ – система управління.

САУ – система автоматичного управління.

АСУТП – автоматизована система управління технологічним процесом;

ІМ – інтерфейсний модуль;

СМ – сигнальний модуль;

НМІ (ЛМІ) – людино-машинний інтерфейс;

ПЛК – програмований логічний контролер;

ШЗ – шиберна заслінка;

ДССК – давач сходу стрічки конвеєра;

ОК – об'єкт керування;

ДЗБ – давач завала башмака норії.

ДР – двигун-редуктор.

|     |      |          |        |      |                  |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------|------|
|     |      |          |        |      | СУ-61 6.15101.ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                  | 3    |

## ВСТУП

В сучасних умовах у більшості українських фермерських господарств виникає проблема, якості сушіння, та зберігання сировини. В більшості випадків фермерські господарства потребують роботи оновлення технічної бази: сушарок, комплексами для очищення від домішок, обладнання для контролю та зберігання, оновлення або встановлення системи автоматизованого керування процесу. Якщо подивитися на класичні методи сушіння, великий процент втрат на паливні матеріали, та на електроенергію. Також негативним ефектом являється велика відповідальність оператора, що контролює весь процес. Отже, напрошується висновок зробити процес сушіння автоматизованим.

При розробці нової системи автоматизації, або при удосконаленні існуючих, потрібно приділити значу увагу на зниження енергетичних витрат на сушку сировини і, перш за все, на паливні матеріали, та електроенергію. Швидкість сушіння і енергетичні витрати повністю визначають технічні та економічні показники процесу сушіння і його витрати та вихідний показник якості.

Автоматизація сушарки може бути визнана досить ефективною, якщо досягнуто скорочення витрат на паливні матеріали та електроенергію, і впливу людського фактору.

Незважаючи на велику кількість запропонованих ринком України способів автоматизації, актуальність проблеми не знижується. Одна з причин - використання застарілих методів керування системами сушіння.[21]

Головним завданням автоматизації є досягнення енергозбереження, та покращення якості вихідного продукту, тобто високого проценту олійності в насінні, без пересушувань, та інших факторів які знижують якість.

|            |             |                 |               |             |                         |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|-------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>СУ-61 6.15101.ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                         | 4           |

## 1.ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС

### 1.1.Характеристика насіння соняшника

Труднощі обробки насіння соняшнику пов'язані з фізичними особливостями і відмінністю їх від злакових культур, тобто менша маса, різні хімічні властивості, та процент домішок.

Головною проблемою є структура насінини соняшника яка являє наявність повітряного прошарку між ядром і плодовою оболонкою насіння, а також значний вміст жиру є причиною більш низькій швидкості витання насіння соняшнику, ніж для зерна.[21]

При всіх рівних умов вологість олійних культур в 2 рази менше, чим в зернових. Це пояснюється меншим вмістом в насінні олійних культур гідрофільних колоїдів і наявністю великої кількості жиру. Зі збільшенням вмісту олійності в насінні рівноважна вологість соняшнику зменшується, так як з підвищенням олійності зменшується зміст гідрофільних речовин і відповідно збільшується вміст гідрофобних.[21] Тобто потрібно вибрати режим сушіння, сушка - охолодження. При сушіння насіння піддаємо нагріву на певний час, в процесі волога з ядра надходить на прошарок між шкарлупою та ядром, з захисної оболонки волога виходить на поверхню оболонки, де в подальшому здійснюється знімання вологи з насіння.

Основними теплофізичними характеристиками, визначальними теплообмінні властивості олійного насіння, є теплоємність, коефіцієнти теплопровідності і температуропровідності. Теплофізичні характеристики, що визначають швидкість протікання процесів нагрівання та охолодження, різні для окремих сім'янок і насінневої маси, але в обох випадках залежать перш за все від розмірів насіння, їх вологості, хімічного складу, олійності, лужності температури.[21]

### 1.2.Технологія процесу

Специфічні властивості насіння соняшнику як об'єкта сушіння, неоднорідність насіння (наявність ядра, плодової і насінної оболонок), природна неоднорідність насіння за розмірами, масою і вологістю, низька міцність плодової оболонки, волого інерційність, низька теплопровідність, термостійкості білкової і ліпідної частин системи, підвищена пожежна небезпека пред'являють особливі вимоги до способу сушіння і до конструкції сушильних сушарок.[21] Тобто додержування параметрів що збільшують якість: не руйнування захисної оболонки, якість вихідного проценту олійності не повинна погіршуватися, і не допускання кислотного процента олійності.

|     |      |          |        |      |                  |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------|------|
|     |      |          |        |      | СУ-61 6.15101.ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                  | 5    |

Одним з найбільш кращих методів сушіння соняшника є сушіння в шахтних сушарках, що дає можливість покращити технологічні властивості, підвищення стійкості та якості, для подальшого зберігання та використання в подальшому.

При сушінні соняшника в шахтній сушарці потрібно дотримуватися параметрів, температурних показників, та час зняття процента вологості, також приділити особливу увагу до коефіцієнта теплопровідності, для одиничного насіння і для щільного шару. Також не повинен бути різких початкових температур, щоб не пошкодити хімічний склад насіння, а повинен буди плавний ріст температур до заданих значень. І головним є те що сушка повинна бути енергоефективною, тобто з мінімальними затратами електроенергії, та паливними матеріалами.

Сушка являє собою перенос тепла з повітряного агента, через матеріал, що впливає на випаровування, та переміщення вологості з ядра на захисної оболонку.

На випаровування вологи впливають в основному два процеси: волого провідність і термовологопровідність, які характеризують внутрішній тепло- і волого перенос у вологому матеріалі. При випаровуванні вологи поверхневі шари підсушуються. Створюється градієнт вмісту вологи, усередині матеріалу вологи більше, ніж на поверхні. Це явище призводить до переміщення вологи з внутрішніх шарів до поверхневих шарів і називається волого провідність. Причому це переміщення тим інтенсивніше, чим вище температура матеріалу.[21]

Ідеальний варіант для якісного сушіння насіння соняшнику є, знімання вологості з насіння соняшника в середньому 5–6% за один прохід маси. Продукт проходить через сушарку 2-3 рази: такий тип сушіння забезпечує поступове зняття вологи, а значить — дбайливе сушіння. Крім того, постійне перемішування продукції за повторних циклів підсилює тепло і волого обмін, що дає швидке зняття вологості, те не пересушується насіння соняшника.

Головні аспекти технологічного процесу

Після збору насіння поступає до елеватора різної вологості, і потрібно перед сушінням партії соняшника підібрати температурні режим для сушіння. Тобто якщо сушити соняшник з вологістю 25% температурами 130-135, захисна шкарлупа потріскається, хімічний склад ядра зміниться. І тому є важливим підбір температур для кожного проценту вологості.

| Вологість насіння % | Максимальна температура сушильного агента |                    |
|---------------------|---|--------------------|
|                     | Перша зона сушіння                        | Друга зона сушіння |
| 15%                 | 120                                       | 135                |
| 15-20%              | 115                                       | 130                |
| 20-25%              | 110                                       | 125                |

|     |      |          |        |      |                         |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|     |      |          |        |      | <i>СУ-61 6.15101.ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | 6    |

|              |     |     |
|--------------|-----|-----|
| 25% і більше | 105 | 115 |
|--------------|-----|-----|

Таблиця 1.1. Оптимальні температури для сушіння сояшника з різним процентом вологості

Управління швидкістю проходження сояшника через сушарку відповідно до фактичної вологості сировини на виході. Вологоміри будуть встановлюватися на вході та на виході зони нагріву сояшника. Тобто коли вологість сояшника тільки знижується встановлених норм, система починає реагувати і змінює час перебування зерна в зоні сушарки.

Автоматичне управління теплогенератором тобто підтримка температури агента сушіння. Перше це не можливість перегріву сояшника в зоні сушіння. Друге економічність тобто кожне перегулювання температури використовує зайве паливо, що збільшує собівартість сушіння.

Контроль і регулювання температури сояшника в зоні сушарки. Тобто по заданій вхідній вологості автоматично задає режим температури.

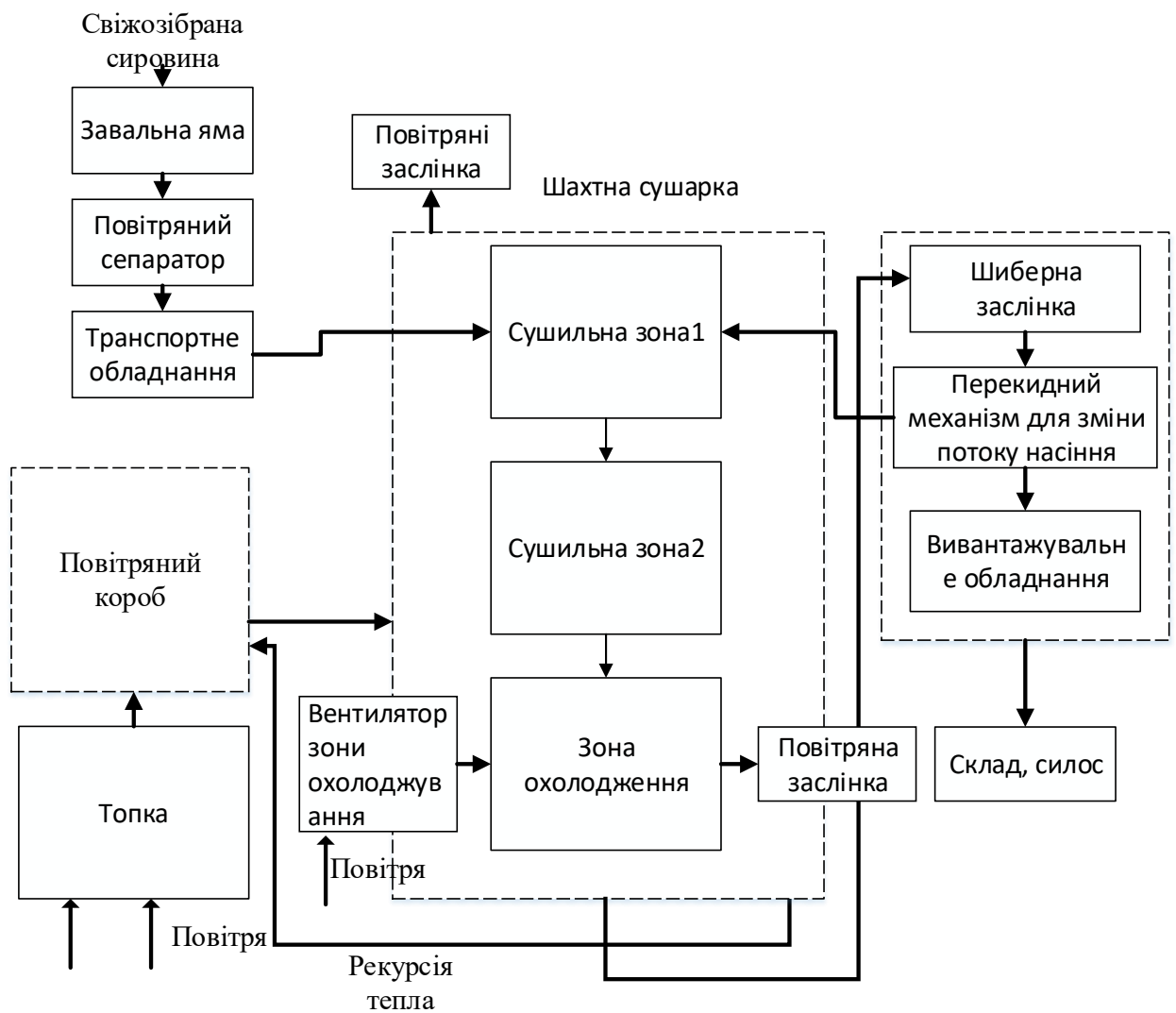


Рисунок 1.1. Технологічного процесу сушіння



Керування транспортною системою, для подачі сировини до сушарки, з завальної ями сировина транспортується до шахтної сушарки, поки шатна сушарка не заповниться.

Регулювання температури топки, тобто потрібно налаштувати плавну подачу температури сушильного агента, щоб температура насіння соняшника становила 54-55. Якщо різко піднімати температуру, насіння соняшника може отримати термоудар, що може пошкодити якість, тобто хімічний склад.

Управління швидкістю проходження соняшника через сушарку відповідно до фактичної вологості. Тобто завдання частоти відкриття вихідного механізму, залежить від завдання часу та проценту заняття вологості.

Управління охолоджувальної зони, та управління відпрацьованим повітрям . Перше після проходження певного часу відкривається заслінка охолоджувальної зони де вентилятор продуває холодним повітрям гаряче насіння, що дає зниження процента вологості. Другий вентилятор витягує відпрацьоване повітря з двох зон, та відкриваються заслінки за певної частоти.

Є технологічна особливість шахтних сушарок це рекурсія тепла що дає енергоефективність, але постає проблема регулювання температури, коли повітря потрапляє теплообмінник з повітрям з топки, змішується і стається перепад температури.

Розподілення сировини за процентом вологості. Тобто коли процент вологості не відповідає нормам то доті відкривається заслінка і транспортується знову до сушарки за допомогою норії, якщо відповідає відкривається заслінка і транспортується на вивантажувальний шнек, що направляє до силосів.

|     |      |          |        |      |                         |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|     |      |          |        |      | <i>СУ-61 6.15101.ПЗ</i> | Арк. |
|     |      |          |        |      |                         | 8    |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

### 1.3. Аналіз технологічного процесу сушіння олійних культур соняшника система функціонування процесу

На основі аналізу технологічного процесу сушіння соняшника в шахтних сушарках, було розроблено схему інформаційно-матеріальних потоків рисунок 1.3.

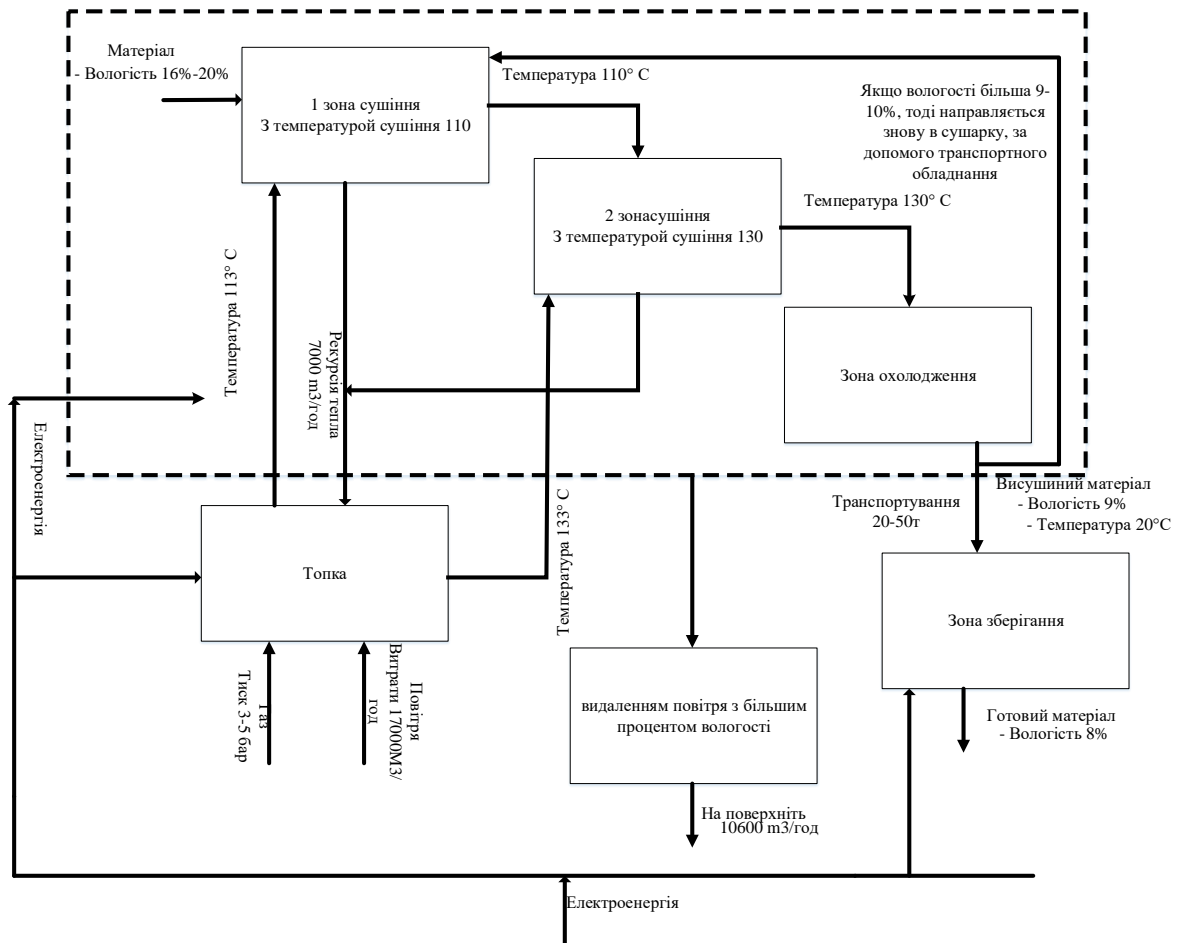


Рисунок.1.3 Інформаційно-матеріальних потоків

Транспортне обладнання транспортує свіжозібране насіння соняшника до шахти зі швидкістю 2.4м/с, поки верхні давачі рівня шахти не повідомлять про заповнення сушильної шахти та дадуть сигнал на зупиняться транспортного обладнання. Після заповнення шахти, проводиться налаштування топки, тобто встановлення режимів температура повітряного агента сушіння, тобто температура сушіння залежить від проценту вологості, оптимальна температура повинна становити 110-130 градусів якщо процент вологості становить 16-20%, щоб досягти температуру насіння соняшника 55 градусів, це є оптимальна температура щоб не руйнувати хімічний склад, та швидко зняти заданий процент вологості. Провидиця читання всіх давачів і якщо не сталося помилок проводиться старт топки.

Другий режим сушіння, для посівного матеріалу становить 45-60 температуру повітряного агента сушіння, щоб досягти температури 15-18 градусів. В повітряному агенті сушіння, тепле повітря розноситься зі швидкістю 1500m<sup>3</sup>/год-17500 m<sup>3</sup>/год, залежить від встановленого режиму.

При проходження часу, відкривається заслінки в охолоджувальній зоні, де короби сушарки продуваються холодним повітрям, зі швидкістю 6000m<sup>3</sup>/год, де охолоджують та знімають певний процент від вологості, залежності від часу сушіння насіння.

Матеріал який становить 16-20% вологи, здійснюватиметься проходження сировини через шахтну сушарку, два цикла або один в залежності проценту вологості, та часу сушіння. Тобто на виході вивантажувального механізму, міряється волога сировини, якщо волога більше 9-10%, тоді сировина знову потрапляє в сушарку, за допомогою транспортного обладнання, на один або на два цикла, поки не досягне 9-10% вологості. При досягненні вологості 9-10% вивантажується на вивантажувальний шнек, котрий транспортує до силосів. Вихідний продукт котрий пройшов всі цикли сушіння виходить 8% - 10% , більший процент береться для того що матеріал буде відлежуватися у силосах певний час.

|     |      |          |        |      |                         |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|     |      |          |        |      | <i>СУ-61 6.15101.ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | 10   |

#### 1.4. Функціональні задачі керування

Проаналізувавши схему інформаційно-матеріальних потоків виділимо основні задачі керування.

1. Підтримка підтримки відповідних значень температури сушіння.
2. Час зняття вологості.
3. Вентилювання сировини
4. Завантаження вивантаження насіння соняшника.

Під задачі

1. Керування витяжними вентиляторами.
2. Керування заслінками.
3. Керування подачки палива в газову заслінку.
4. Керування рівня тиску в газопровід.
5. Контроль топки.
6. Контроль верхнього рівня та нижнього рівня.
7. Контроль вологості сировини.
8. Контроль випускного механізму.
9. Контроль заслінок на випускному механізмі.
10. Контроль часу зняття вологості.
11. Керування роботою двигуна норії.
12. Контроль швидкості норії.
13. Контроль положення стрічки норії.
14. Контроль башмака норії.
15. Контроль температури вальців.
16. Контроль швидкості конвеєра.
17. Контроль положення стрічки конвеєра

|     |      |          |        |      |                  |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------|------|
|     |      |          |        |      | СУ-61 6.15101.ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                  | 11   |

## 2.КОНТУРИ КЕРУВАННЯ

### 2.1. Контур транспортування

Контур транспортування рис.2.1, свіжозібране насіння потрапляє в завальну яму, де потім транспортується на конвеєр, де в подальшому транспортується сушарку через норію.

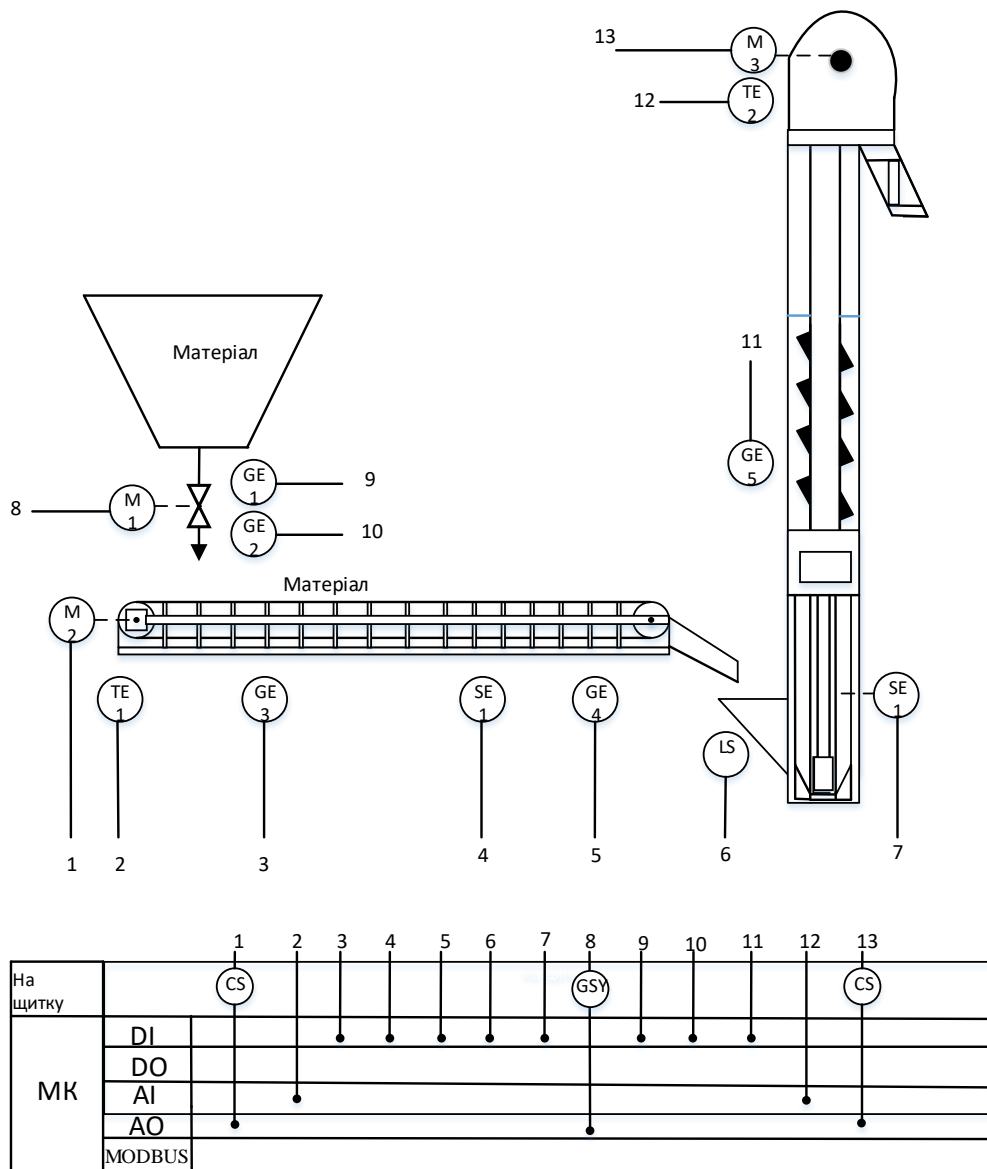


Рисунок 2.1. Контур транспортування

Перед відкриття випускного механізму включається конвеєр та норія. Випускний механізм М1, що приводить рух редуктор що відкриває випускний механізм до індуктивного давача GE1, що повідомляє про відкриття механізму, а GE2, за закриття, якщо один з давачів не повідомили про положення виникає аварійна зупинка.

Рух стрічки конвеєра приводить в рух двигун М2, за допомогою приладу плавного пуску, давачі GE3 та GE4 повідомляють про положення стрічки конвеєра, але якщо стрічка обірветься давачі відправлять аварійну команду, про зупинку двигуна та закриття подачі

сировини. Давач швидкості SE1 повідомляє про швидкість руху, в разі якщо мотор не запустився за п'ять секунд, давач відправляє аварійну команду на зупинення двигуна M2, та перекриється подача сировини. Давачі температури вальців TE2 вимірює температуру вальців, задля уникнення пожежної небезпеки

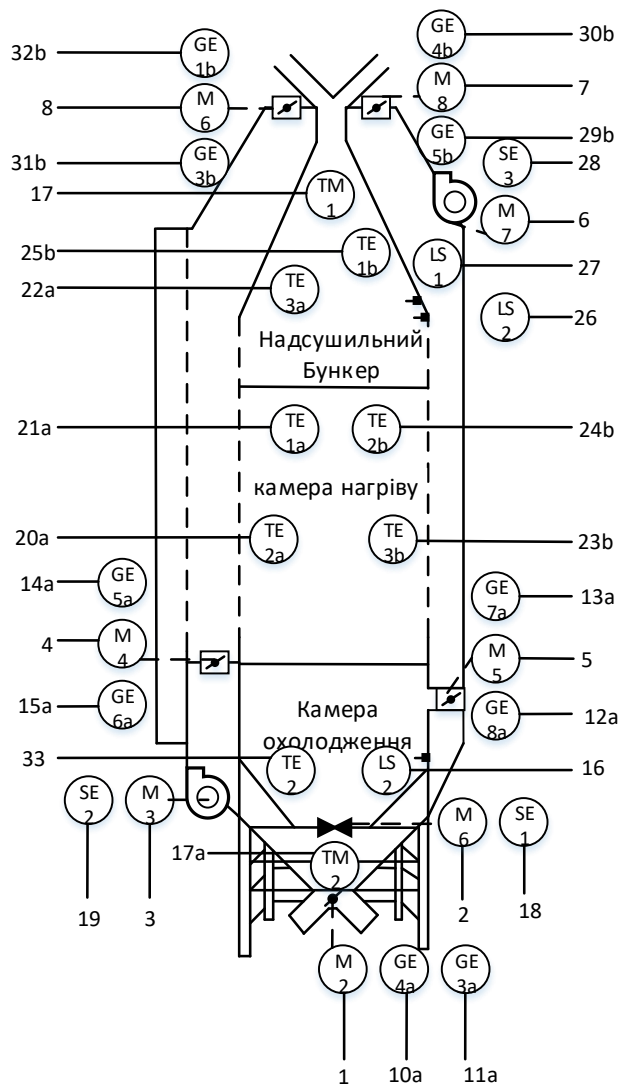
Рух норії приводить в рух мотор-редуктор M3, за допомогою частотного перетворювача, що дає оптимальний рух стрічки 2-2.4m/c. для соняшника. Давач швидкості SE1, відслідковує швидкість руху стрічки. Давач положення стрічки GE5, якщо відбувся обрив, або зсув стрічки давач повідомляє о аварії. Давач температури вальців TE2 повідомляє о критичних температурах вальців, що забезпечує уникнення пожежі.

## 2.2.Контур керування сушаркою

Контур керування сушаркою рисунок 2.2, здійснює контроль температур агента сушіння, температури сировини, час зняття процента вологості, контроль системи для відведення відпрацьованого повітря.

Свіжозібрана сировина потрапляє в шахту через транспортне обладнання, давач вологості TM1, вимірює початкову вологість сировини, що в подальшому дає змогу вибрати більш продуктивний режим сушіння, та час сушіння залежно від процента вологості. Давачі верхнього рівня LS1,LS2, повідомляють про рівень сировини в шахті, якщо доходить до давача LS1 відправляє команду на виключення транспортного обладнання, норія та конвеєра, та закриття випускного механізму. Давач вологості TM2, вимірює кінцевий процент вологи сировини, тобто якщо сировинна не відповідає 9-10%, відкривається заслінка M2, що транспортує матеріал на другій цикл сушіння, за допомогою транспортного обладнання рис.2.4. Але якщо відповідає процент вологості відкривається заслінка M1, що транспортує на шнек M1 рис. 2.4 і транспортує в силос на збереження.

|            |             |                 |               |             |                         |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|-------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>СУ-61 6.15101.ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                         | <i>13</i>   |



|          |        |     |    |    |     |     |    |     |     |     |       |    |         |         |       |    |         |    |  |
|----------|--------|-----|----|----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-------|----|---------|---------|-------|----|---------|----|--|
| На щитку |        | 1   | 2  | 3  | 4   | 5   | 6  | 7   | 8   | 17a | 18-19 | 16 | 20a-22a | 23a-25a | 26-27 | 28 | 29b-32b | 33 |  |
| МК       | DI     | GSY | CS | NS | GSY | GSY | NS | GSY | GSY |     |       |    |         |         |       |    |         |    |  |
|          | DO     |     |    |    |     |     |    |     |     |     |       |    |         |         |       |    |         |    |  |
|          | AI     |     |    |    |     |     |    |     |     |     |       |    |         |         |       |    |         |    |  |
|          | AO     |     |    |    |     |     |    |     |     |     |       |    |         |         |       |    |         |    |  |
|          | Modbus |     |    |    |     |     |    |     |     |     |       |    |         |         |       |    |         |    |  |

Рисунок 2.2. Контур керування сушаркою

Підтримка заданої температури, здійснюється завдяки 3 групам давачі, давачі агента сушіння TE1a-TE3a, давачі температури сировини TE1b-TE3b, давачі температури холодної зони TE2.

Контроль системи для відведення відпрацьованого повітря. Гаряче повітря з великим процентом вологості піднімається на поверхню де проходить через повітряні заслінки M6, M7, індуктивні давачі GE1b-5b повідомляють про закриття чи відкриття заслінок, якщо індуктивний давач не повідомив про положення, тоді відправляється аварійне повідом-

лення на панель оператора, і включається запасний вентилятор М7. Вентилятор М7 включається випадку або в аварійному або в залежності від вибраного режиму. Давач швидкості SE3, забезпечую швидкість потоком обміну відпрацьованого повітря, залежно від швидкості роботи вентилятора М1.

Вентилювання холодної зони за допомогою М3 та повітряними заслінками М4-М5. Після проходження певного часу сушіння, закривається заслінка М4, відкривається заслінка М5, положення заслінок керується за допомогою індуктивних давачів GE5a-GE6a, після відкриття заслінок включається вентилятор М3. Що подальшому дає змогу охолоджувати сировини.

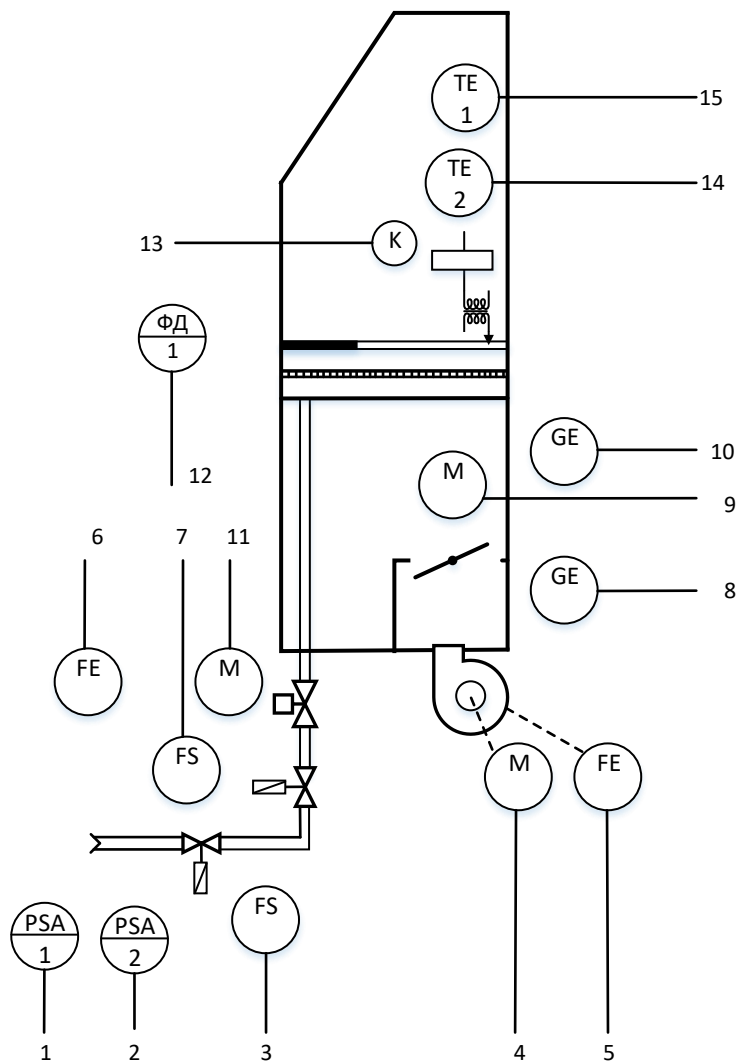
### 2.3 Контур управління газової топки.

Контур управління газової топки рис.(2.3) здійснює контроль температури повітряного агента, контроль тиску в газопровід, контроль подачі газу, контроль швидкості повітряного агента.

Старт топки здійснюється з перевірки тиску в газопроводі, здійснюється за допомогою давачів PSA1-PSA2. Відкриття нормально закритих клапанів FS1-FS2 можливе при умовах якщо, тиск в газопроводі в нормі. Потім по заданій уставці серводвигун М відкриває газовий клапан на певний кут, і включення через реле часу KS запальник, котрий запаллю газову платформу. Давач присутності вогню ФД повідомляє на явність вогню, якщо після запалу давач не записав ніякої інформації за певний час, серводвигун перекриває газову заслінку, і на панель оператора відправляється аварійна помилка. Після проходження декількох секунд включається вентилятор М, з заданою швидкістю відповідно від режиму сушки.

|            |             |                 |               |             |                         |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|-------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>СУ-61 6.15101.ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                         | 15          |





|          |        |     |    |     |     |    |      |   |     |    |    |       |
|----------|--------|-----|----|-----|-----|----|------|---|-----|----|----|-------|
| На щитку |        | 1-2 | 3  | 4   | 5-6 | 7  | 8,10 | 9 | 11  | 12 | 13 | 14-15 |
|          |        |     | FS | ТСУ |     | FS |      |   | ГСУ |    | S  |       |
| МК       | DI     |     |    |     |     |    |      |   |     |    |    |       |
|          | DO     |     |    |     |     |    |      |   |     |    |    |       |
|          | AI     |     |    |     |     |    |      |   |     |    |    |       |
|          | AO     |     |    |     |     |    |      |   |     |    |    |       |
|          | MODBUS |     |    |     |     |    |      |   |     |    |    |       |

Рисунок 2.3. контур управління газовим пальником

#### 2.4 Контур керування шнеком та норії

Давач вологості ТМ1 вимірює кінцеву вологість насіння соняшника, якщо вологість співпадає заданим нормам 9-10%, транспортується на шнек М1 де в подальшому транспортується до силосів. Індуктивний давач GE1 за для відстеження старту шнека, тобто якщо шнек М1 включений а GE1 не повідомляє про положення за п'ять секунд, відправляє повідомлення з аварійне повідомлення оператору, і зупиняється весь процес.

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

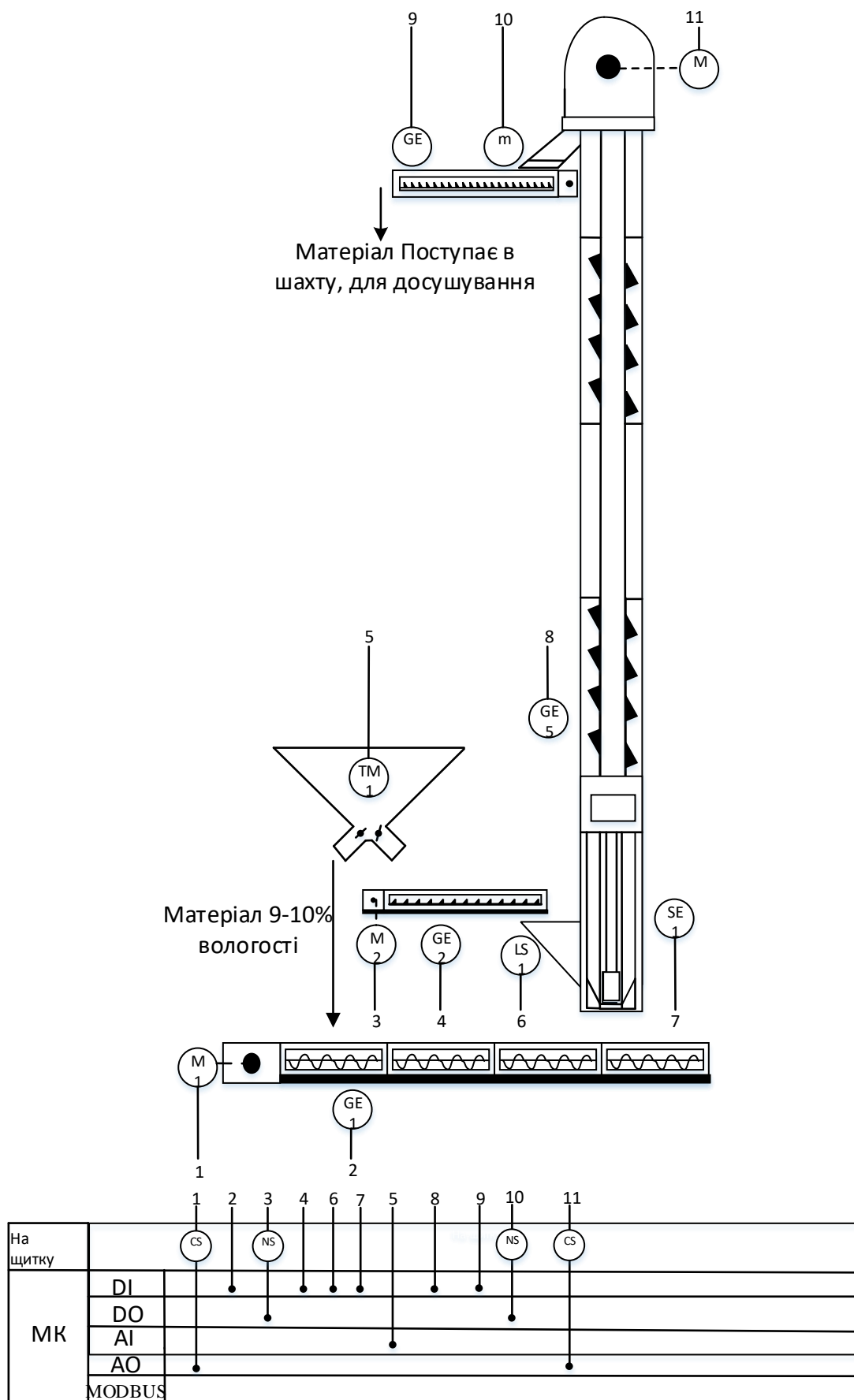


Рисунок 2.4. Контур управління норії та шнека.

Насіння соняшника яке не співпадає з заданими нормами потрапляє на вивантажувальний механізм М2, та направляється до норії. Керування норії здійснюється за допомогою мотор-редуктор М який приводить в рух стрічку з ківшами. Давач GE5 потрібен для відстеження положення стрічки, давач SE, контролює швидкість руху стрічки, давач TE контролює температуру вальців.

## 2. Таблиця вхідних вихідних сигналів

Проаналізувавши контури керування шахтної сушарки, складаємо таблицю вхідних вихідних сигналів

Таблиця вхідних сигналів

| № п/п | Сигнал                               | Діапазон вимірювання   | Кількість точок | Примітки            |
|-------|--------------------------------------|------------------------|-----------------|---------------------|
| 1     | Давачі температури зерна             | -20-70С <sup>0</sup>   | 6               | Аналог.<br>4 – 20мА |
| 2     | Давачі температури сушильного агента | -20-150С <sup>0</sup>  | 6               | Аналог.<br>4 – 20мА |
| 3     | Давачі температури холодної зони.    | -20-50С <sup>0</sup>   | 2               | Аналог.<br>4 – 20мА |
| 4     | Давачі температури вальців           | -50-130 С <sup>0</sup> | 6               | Аналог.<br>0 – 20мА |
| 5     | Давачі рівня                         | 0...1                  | 3               | Дискретний          |
| 6     | Індуктивні давачі                    | 0...1                  | 25              | Дискретний          |
| 7     | Давачі вологості сировини            | 0-30%                  | 2               | Аналог.<br>4 – 20мА |
| 8     | Давач положення                      | 0...1                  | 2               | Дискретний          |
| 9     | Давач на наявність вогню в топці     | 0...1                  | 2               | Дискретний          |
| 10    | Давач низького тиску в газопроводі   | 0 – 0.05bar            | 1               | Аналог.<br>4 – 20мА |
| 11    | Давачі високого тиску в газопроводі  | 0 – 5bar               | 1               | Аналог.<br>4 – 20мА |
| 12    | Давачі завала башмака                | 0...1                  | 2               | Дискретний          |
| 13    | Давачі положення стрічки норії       | 0...1                  | 2               | Дискретний          |
| 14    | Давач диму                           | 0...1                  | 2               | Дискретний          |

Таблиця 1– Таблиця вхідних сигналів

|     |      |          |        |      |                  |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------|------|
|     |      |          |        |      | СУ-61 6.15101.ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                  | 18   |

Таблиця вихідних сигналів

| № п/п | Сигнал   | Діапазон сингала | Тип сингала | Кількість точок | Виконуючий пристрій |
|-------|--|------------------|-------------|-----------------|---------------------|
| 1     | Керування положенням електромагнітного клапана за допомогою серводвигуна | 0 –10В           | позиційний  | 2               | Серводвигун         |
| 2     | Керування електроклапан нормально закритий газовий                       | 0...1            | Вкл/викл    | 2               | Реле                |
| 3     | Керування витяжними вентиляторами  | 0-10             | аналог      | 3               | Електропривод       |
| 4     | Керування газовим пальником  | 0...1            | Вкл/викл    | 1               | Реле                |
| 5     | Керування норіями  | 0-10В            | аналог      | 2               | Електропривод       |
| 6     | Керування шнеком   | 0-10В            | аналог      | 1               | Електродвигун       |
| 7     | Керування вивантажувальним механізмом, шнек                              | 0-10В            | аналог      | 1               | Реле                |
| 8     | Керування заслінками   | 0...1            | Вкл/викл    | 3               | реле                |
| 9     | Керування випускним механізмом завальної ями                             | 0...1            | Вкл/викл    | 1               | реле                |
| 10    | Керування вентилятором топки   | 0-10в            | аналог      |                 | Електропривод       |
| 11    | Керуванням транспортним обладнанням                                      | 0...1            | Вкл/викл    |                 | Електропривод       |
| 12    | Керування вивантажувальним механізмом сушарки                            | 0-10в            | позиційний  |                 | Електропривод       |

Таблиця 2– Таблиця вихідних сигналів

### 2.5 Функціональна схема автоматизація

Функціональні схеми являють собою креслення, на яких за допомогою умовних зображень показують технологічне обладнання, комунікації, органи керування, прилади та засоби автоматизації, засоби обчислювальної техніки та інші агрегатні комплекси із зазначенням зав'язків між приладами і засобами автоматизації, таблиці умовних позначень і пояснення до схеми. Достаток [В]

|     |      |          |        |      |                         |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|     |      |          |        |      | <i>СУ-61 6.15101.ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | 19   |

На основні розроблених контурів, складаємо функціональну схему Автоматизації  
об'єкта.

|            |             |                 |               |             |                         |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|-------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>СУ-61 6.15101.ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                         | <i>20</i>   |

### 3.ВИБІР ДАВАЧІ

#### 3.0 Вибір датчиків температури

Вибір датчиків температури для відстеження температури насіння соняшника під час сушіння.

Для кращої регулювання температури в агенти сушки потрібно підібрати датчик температури з потрібним діапазоном для точного вимірювання.

Основні характеристики при виборі датчиків

- Температурний діапазон.
- Тип вихідного сигналу.
- Схема підключення
- Можливість занурення датчика в сушильну масу,
- Умови вимірювання в агресивному середовищі.

Система контролю температури насіння соняшника в шахтній сушарці. Тип датчика EST110 призначені для безперервного вимірювання температури соняшника в шахтній сушарці, інформація з датчиків передається в аналогову вигляді на вхід ПЛК. І попереджують про перевищення температури в соняшнику, та швидкість наростання температури.

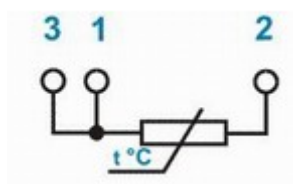


Рисунок 3.1. Схема підключення датчик EST110

Технічні дані:

- Мінімальний температурний діапазон  $-10^{\circ}\text{C}$
- Максимальний температурний діапазон  $85^{\circ}\text{C}$
- Похибка вимірювань температури  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$
- Ступінь захисту IP67.

Вибір датчиків температури для повітряного агента.

Призначені для вимірювання повітряного агента, для регулювання оптимальних температур, інформація з датчиків передається в аналоговому вигляді.

Технічні характеристики

Таблиця 3.1 технічні характеристики датчика температури

|     |      |          |        |      |                  |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------|------|
|     |      |          |        |      | СУ-61 6.15101.ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                  | 21   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                  |      |

|                            |              |
|----------------------------|--------------|
| Модель                     | ТС014, ТС224 |
| Тип датчика                | 50М          |
| Діапазон вимірювання       | -50...+150°C |
| Клас                       | В            |
| Ступінь захисту            | IP 54        |
| Матеріал захисної арматури | Латунь       |
| Робочий струм              | 5 мА         |
| Тиск                       | 10Мпа        |
| Схема підключення          | 3 провідна   |

### 3.1 Вибір давача рівня

Сигналізатори граничного рівня сипучих матеріалів призначені для видачі сигналу при досягненні матеріалом заданого рівня. Сигналізатори рівня використовують контактний метод вимірювання (ротаційні, вібраційні, ємнісні) або безконтактний метод вимірювання (ультразвукові, мікрохвильові, радіаційні).

Ультразвуковий давач підходить характеристики, але краще застосовувати його в рідких середовищах маслах, паливних матеріалах, хімічних речовинах, але не в сипучих.

Ємнісні давачі основне застосування це контроль рівня рідин, застосовується в харчовій промисловості, в системах водопостачання, та інше.

Ротаційні давачі використовуються для відстеження рівня сипучих матеріалів, зернових, комбікормових гранул, піска, та інше.

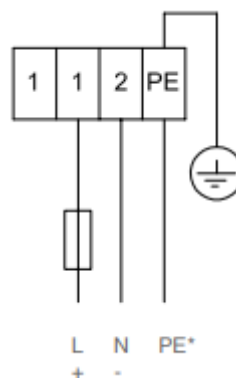


Рис.3.2 Схема підключення ротаційного давача рівня

Таблиця 3.2. технічні характеристики ротаційного давача рівня

|                   |              |
|-------------------|--------------|
| Напруга живлення  | 24В DC       |
| Температура       | -20...+80 0С |
| Максимальний тиск | 0,8 бар      |
| Клас захисту      | IP66         |







Рисунок 3.3 Зовнішній вигляд давача вологості

Технічні характеристики

Таблиця 3.3 Технічні характеристики давача вологості

|  |  |
|--|--|
| Живлення                                     | 9В...36В DC  |
| Струм  | 150мА при 24VDC  |
| Діапазон вимірювання, зонд GR, WS2, GS1, GS2 | 0...45%  |
| Зонд WS3                                     | 0...70%  |
| Стандартні характеристики                    | Діапазон 0...20%: 0,6%<br>Діапазон 20...45%: 1%<br>Діапазон 45...75%: 2% |
| Точність                                     | +/- 0,3%   |
| Діапазон температур                          | -10...60 <sup>0</sup> С  |
| Діапазон температур зонда                    | 0...127 <sup>0</sup> С   |
| Інтерфейси                                   | MODBUS RTU   |
| Аналоговий вихід                             | 4..20 мА   |
| Корпус                                       | IP65   |
| Корпус Зонда                                 | IP68   |

Таблиця 3.3 Технічні характеристики давача вологості

3.4 Вибір давача положення

Для вибору давачів положення будуть використовуватися для відстеження закриття відкриття заслінок, для відстеження страта транспортного обладнання, для відстеження положення стрічки норії або конвеєра, для завала башмака норії.

|     |      |          |        |      |                         |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|     |      |          |        |      | <i>СУ-61 6.15101.ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | 24   |

Для цих задач було розглянуто три типи давачів індуктивні, ємнісні, оптичні.

Оптичні давачі, висока ціна, і не використовуються в цих цілях. За допомогою індуктивних давачів можна використовувати для контролю заслінки, та для контролю старту транспортного обладнання. За допомогою можна використовувати для відстеження положення стрічки конвеєра, та завала башмака норії.

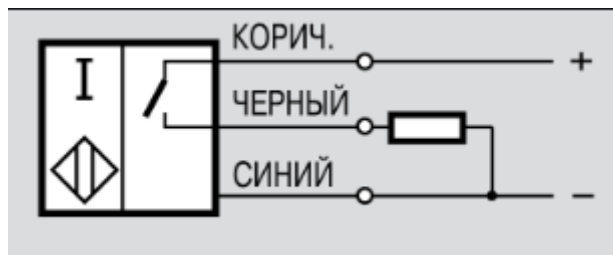


Рис. 3.4 зовнішній вигляд індуктивного давача

Таблиця 3.4 технічні характеристики індуктивного давача

| Функція перемикаючих елементів                 | Тип NPN Нормально-розімкнутий контакт          |
|--|--|
| Інтервал перемикачів $s_n$                     | 8 мм   |
| Вихідна полярність                             | пост. струм                                    |
| Робоча напруга $U_B$                           | 10 ... 30 В                                    |
| Частота перемикачів $f$                        | 0 ... 500 Гц                                   |
| Гістерезис $H$                                 | зазвичай. 5%                                   |
| Захист від неправильної полярності підключення | захист від неправильної полярності підключення |
| Падіння напруги $U_d$                          | $\leq 3$ В                                     |
| Робочий струм $I_L$                            | 0 ... 200 мА                                   |
| Залишковий струм $I_r$                         | 0 ... 0,5 мА зазвичай. 0,1 мкА при 25 °С       |
| Струм холостого ходу $I_0$                     | $\leq 15$ мА                                   |
| Індикація перемикачів                          | Багатоканальний світлодіод, жовтий             |
| MTTFd  | 1920 а   |

### 3.5 Давач температури вальців

Призначені для вимірювання температури вальців, задля усунення пошкоджень обладнання та усунення пожежної небезпеки.

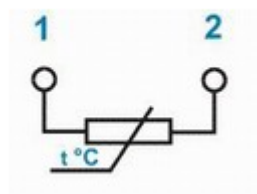


Рис. 3.5 зовнішній вигляд давача температури вальців

Таблиця 3.5.технічні характеристики давача температури

|     |      |          |        |      |                  |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------|------|
|     |      |          |        |      | СУ-61 6.15101.ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                  | 25   |



залежності від процента вологості. Потрібно підтримувати задану швидкість, тобто оптимальної швидкості для насіння сояшника з процентом вологості 13-20 процентів є швидкість 2-2.4 м/с, але якщо процент вологості більший 20 процентів потрібно номінальну швидкість знижувати, тому що можливе виникнення ушкодження матеріалу. Якщо взяти швидкість транспортування зерна є оптимальною швидкістю 2.3-3м/с, що не дасть виникненню ушкоджень матеріалу під час транспортування.

Щодо енергоефективності, якщо взяти статистику аграріїв більший процент втрат іде на електроенергію, та паленні матеріали, що в подальшому прибавляють ціну на тону висушеної сировини. Встановлення частотного перетворювача на норії дасть можливість зекономити до 30 процентів на транспортуванні, шляхом зниження напруги з підтримкою заданої потужності. Також збільшення ресурс двигуна, та його захист від шкідливих факторів мережі.

Частотний перетворювач для норії danfoss vlt micro driver FC51

Модель частотного перетворювача, використовуються конвеєрних лініях, шнеків, норія, також для вентиляторів.

Переваги частотного перетворювача

- Можливість використання PID-регулятора
- Наявність інтерфейсів RS-485 Fc-bus, та Modbus RTU
- Наявність фільтра котрий пригнічує завади радіо частот
- Наявність 5 аналогових виходів, та наявність дискретних входів для старту, стопу, реверсу, та скидання налаштування, та інше..

Схема підключення частотного перетворювача креслення додаток 11.

Технічні характеристики частотного перетворювач

Таблиця 3.7. Технічні характеристики частотного перетворювача

|                        |               |
|------------------------|---------------|
| Частота комутація, кГц | 2-16          |
| Струм, А               | 31            |
| Клас захисту           | IP20          |
| Фазність               | 3 фаз – 380 В |
| Вхідна фазність        | 3- ф/380      |
| Вихідна фазність       | 3- ф/380      |
| Вихідна частота, Гц    | 400           |
| Робоча температура     | 0...+50       |
| Серія                  | FC-51         |

### 3.8 Вибір електричної заслінки для відпрацьованого повітря

При виборі керуючого механізму повітряних електричної заслінки бралися два критерія

- Обертний момент
- Тип управління

Обертний момент відрізняється від 2 до 40 Нм, підбирається момент від загальної площі клапана. Поділяються на типи відкритий закритий, та аналоговим сигналом 0...10В.

#### Velimo GK24A-1 Електропривод повітряної заслінки

Застосовується для повітряної заслінки холодної зони сушарки, їх основна функція забезпечити автоматичну роботу пристрою.

#### Переваги використання

- Зниження енергоспоживання.
- Можливість фіксації положення.
- Низький рівень шуму.



Рисунок 3.8. Зовнішній вигляд повітряної заслінки

Табл.3.8 Технічні характеристики електричної заслінки

|                     |                         |
|---------------------|-------------------------|
| Призначення         | Для повітряних заслінок |
| Живлення            | 220В                    |
| Час повороту        | 150 Сек.                |
| Обертаючий момент   | 20Нм                    |
| Діапазон температур | -30 до +50              |
| Ступінь захисту     | IP54                    |

### 3.9 Вибір пристрою плавного пуску для транспортного обладнання.

Прилад плавного пуску для транспортного обладнання Siemens Sirius 3RW30

Технічні характеристика

Схема підключення приладу плавного пуску зображена в додатку 13

Таблиця 3.9. Технічні характеристики

|     |      |          |        |      |                  |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------|------|
|     |      |          |        |      | СУ-61 6.15101.ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                  | 28   |





### 3.12. Вибір засобів пожежної безпеки

Оскільки сушарка є небезпечним об'єктом, можливі пожежі за не дотримання технічних норм, можливі витоку газу. Потрібно контролювати ці аспекти щоб уникнути критичних ситуацій.

Інфрачервоний давач диму

Таблиця 3.12 Технічні характеристики Інфрачервоний давач диму

|                     |              |
|---------------------|--------------|
| Компанія            | Siemens      |
| Найменування        | FDL SERIES   |
| Ступінь захисту     | EN54-17      |
| Вологість повітря   | IP65         |
| Робоча температура  | -30...+75 0C |
| Довжина вимірювання | 5-8м         |
| Тип сигналу         | Аналоговий   |

Давач витоку газу

Таблиця 3.13 Технічні характеристики давач витоку газу

|             |                    |
|-------------|--------------------|
| Вихід       | 4-20мА             |
| Корпус      | 2G Ex D            |
| Сертифікати | CESI 03 ATEX 323 X |
| Назва       | TS293 ATEX         |

Електромагнітний газовий клапан

Таблиця 3.14 Технічні характеристики електромагнітний газовий клапан

|                      |                |
|----------------------|----------------|
| Напруга              | 230В 50/60Гц   |
| Діапазон температури | -15...+60      |
| Тиск                 | 600мбар, 6 бар |
| Потужність           | 20 Вт          |
| Ступінь захисту      | IP 54          |



#### 4. ВИБІР ПРОГРАМНО ЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЕРА PLC, ТА ДОДАТКОВИХ МОДУЛІВ ВЕДЕННЯ ВИВЕДЕННЯ, ТА ІНТЕРФЕЙСНИХ МОДУЛІВ

Вибір програмованого логічного контролера (ПЛК), на базі якого будується система управління шахтної сушарки, проводиться за наступними критеріями:

- технічні характеристики;
- експлуатаційні характеристики;

При виборі ПЛК я відштовхувався від технічних характеристик це 55 дискретних входів 36 дискретних виходів та 8 аналогових входів, наявність пам'яті ером, пам'ять для зберігання програми, оперативна пам'ять, підтримка інтерфейсів Profinet, Modbus RTU , експлуатаційних, надійності. При виникненні екстрених випадках потрібно робити гарячу заміну модулів, також потрібно держати в енергонезалежна пам'ять налаштування регулятора.

Було розглянуто 5 марок ПЛК Mitsubishi Electric, Schneider Electric, Овен, Omron, ABB, Siemens, allen-bradley.

Таблиця 4.0 технічні характеристики марок ПЛК

| Тех. хар                       | Mitsubishi<br>Electric  | Schneider<br>Electric      | Овен,                                  | Omron                 |
|--------------------------------|---|----------------------------|--|-----------------------|
| Марка                          | R00CPU  | M241                       | ПЛК110[M02]                            | CP1L                  |
| Пам'ять                        | Поту. Прогр. 10к<br>Пам. Прог. байт 40к<br>Пам. Прис./мітк^6<br>байт 252к<br>Пам. Даних байт<br>1.5млн. | 5 мб. RAM<br>128 мб. Флеш. | 1мб RAM<br>4мб. Флеш.<br>Енерго.6мб    | 10к word<br>10k steps |
| Sd - карта                     | -   | 16 GB                      | -                                      | -                     |
| Modbus                         | +   | +                          | +                                      | -                     |
| Profibus                       | -   | -                          | -                                      | -                     |
| Profinet                       | +   | +                          | +                                      | +                     |
| Входи                          | 16D 4A  | 24D                        | 18D                                    | 8D-6D 8A              |
| Можливість додавати доп модулі | Можливість до 4096  | 7 та віддалених<br>14      | Доп модулі<br>2 віддалені сто-<br>роні | 1 Локальних<br>54     |
| Pid                            | +   | +                          | +                                      | +                     |
| IDE для алгоритмів             | +   | +                          | +                                      | +                     |
| IDE для SCADA                  | -   | -                          | -                                      | -                     |
| Температура                    | 0...50 °C   | -25...70 °C                | -20...50 °C                            | 0-55 °C               |



Мають безкоштовне IDE також можна використовувати codesys, але є проблеми з функціональними блоками, наприклад щоб написати регулятор потрібно прописати формулу, перевірити, потім вже підбирати коефіцієнти, що в затримує процес розробки алгоритму, і так з більшістю функції.

- Siemens, Schneider Electric мають дуже високі технічні характеристики, нормальний ціновий діапазон, можливість підключати додаткові модулі ведення, виведення, підтримка багатьох інтерфейсів, велика надійність. Мають дуже функціональні IDE, але якщо брати siemens це вільне налаштування блоків ведення виведення, велика кількість функціональних блоків, безліч бібліотек, наявність діагностичних інструментів, наявність вбудованого програмного забезпечення для побудови SCADA системи. Побудова алгоритм керування та розробка SCADA, розробка алгоритма зменшується час за допомогою цих факторів.

PLC SIMATIC S7-1200 - це нове сімейство мікроконтролерів Сіменс для вирішення найрізноманітніших завдань автоматизації малого рівня. Ці контролери мають модульну конструкцію і універсальне призначення.[]

Головною особливістю є можливість заміна, або додавання різних інтерфейсів модулів введення-виведення від 10-245, та від 2 до 51 аналогових входів, можливість вільної топології. Підтримка інтерфейсів Industrial Ethernet / PROFINET, Profibus, Modbus, Modbus RTU.

Експлуатаційні характеристики, ступінь захисти IP20, діапазон температури від 0 до +50 °С.



Рисунок.4.0. PLC SIMATIC S7-1200

Всі центральні процесори мають високу продуктивність і забезпечують підтримку широкого набору функцій:

- Можливість програмування на мовах LAD і FBD, SCL, також мають багато готових бібліотек для рішення різних функціональних задач.
- Висока швидкодія, час виконання логічної операції не перевищує 0.1 мкс.

- Вбудована пам'ять об'ємом до 4 Мбайт, що розширюється картою пам'яті ємністю до 2 гб.
- Робоча пам'ять ємністю до 50 Кбайт.
- Незалежна пам'ять ємністю 2 Кбайт для роботи без обслуговування збереження даних при перебоях в живленні контролера.
- Та інші технологічні параметри
- Можливість підключення до промислової мережі Industrial Ethernet
- Можливість підключення інтерфейсних модулів Profibus, Modbus, Modbus RTU, AS interface.
- Зручне програмне середовище, можливість створювати візуалізацію процесів, наявність інструментів діагностики, наявність елементів тестування написаних алгоритмів, та інше.

#### 4.1 Модуль дискретний модуль введення-виведення SM1221

Дискретні модулі розширення дозволяють розширювати існуючу систему локального введення-виведення контролера додатковим набором каналів введення і виведення дискретних сигналів.

- Отримувані переваги:
- Оптимальна адаптація:
- Змішане застосування сигнальних модулів різних типів для отримання необхідної кількості та виду каналів введення-виведення дискретних сигналів. Можливість використання 8-, 16- і 32 каналних модулів вводу-виводу дискретних сигналів.
- Застосування сигнальних плат для обмеженого розширення системи введення-виведення контролера без збільшення його розмірів. Кожен центральний процесор S7-1200 дозволяє проводити встановлення тільки однієї сигнальної плати.
- Гнучкість:

При розширенні і модернізації існуючих систем контролер може доповнюватися необхідним набором сигнальних модулів і внесенням відповідних змін до його програму.

|     |      |          |        |      |                         |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|     |      |          |        |      | <i>СУ-61 6.15101.ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | 35   |



Рисунок 4.1. Зовнішній вигляд модуля ведення-виведення SM1221

- Дискретні входи і виходи, що розширюють кількість каналів вводу / виводу, які обслуговуються одним центральним процесором SIMATIC S7-1200.
- Сигнальні модулі; можуть використовуватися з усіма типами центральних процесорів SIMATIC S7-1200 за винятком CPU 1211C.
- Сигнальні плати для установки в центральний процесор без збільшення монтажного обсягу; можуть використовуватися з усіма типами центральних процесорів SIMATIC S7-1200.
- Для гнучкої адаптації контролера до вимог розв'язуваної задачі.
- Для збільшення кількості входів і виходів системи автоматизації.

#### 4.2 Аналоговий модуль SM 1231

Сигнальні модулі SM 1231 для підключення до контролера аналогових датчиків.

Застосування сигнальних модулів дозволяє:

- Виконувати оптимальну адаптацію контролера до вимог розв'язуваної задачі: Використання аналогових сигнальних модулів дозволяє покладати на контролер рішення більш складних завдань управління.
- Виконувати безпосереднє підключення аналогових датчиків: наявність модулів з різними діапазонами зміни аналогових сигналів і роздільною здатністю до 14 біт дозволяє підключати датчики без використання проміжних підсилювачів.
- Отримувати високу гнучкість: на етапах розвитку і модернізації готових систем автоматизації за рахунок установки додаткового набору сигнальних модулів і внесення відповідних змін до програми контролера.



Рисунок 4.2 Зовнішній вигляд Аналоговий модуль SM 1231

- Модулі вводу аналогових сигналів для програмованих контролерів SIMATIC S7-1200.
- Виключно короткі часи перетворень.
- Підключення аналогових датчиків без використання проміжних підсилювачів.
- Рішення складніших завдань управління.

#### 4.2. Модуль зв'язку CM1241

Інтерфейсний модуль CM1241 дасть змогу обмінюватися даними через PtP з'єднання.

Перелік пристроїв з можливістю з'єднання РТР

- с системами автоматизації SIMATIC S7, і системами других виробників
- с принтерами;
- с системами управління роботами;
- с модемами;
- Частотними перетворювачами;



4.3 Зовнішній вигляд модуля зв'язку CM1241

- Велика швидкість обміну даними через PtP з'єднання.
- Підтримка протоколів: ASCII, USS, Modbus RTU.

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

СУ-61 6.15101.ПЗ

Арк.

37

- Можливість на лаштування додаткових протоколів.
- Можливість конфігурувати в програмному середовищі Tia portal.

|            |             |                 |               |             |                         |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|-------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>СУ-61 6.15101.ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                         | <i>38</i>   |





### 5.3 Вибір топології

При побудові промислової мережі потрібно підключити такі прилади: панель оператора, рg/рс, ПЛК s7-120, станція розподіленого ведення виведення, та підключення частотних перетворювачів.

Виходячи з приладів які потрібно підключити до мережі, було обрано шину топологію.

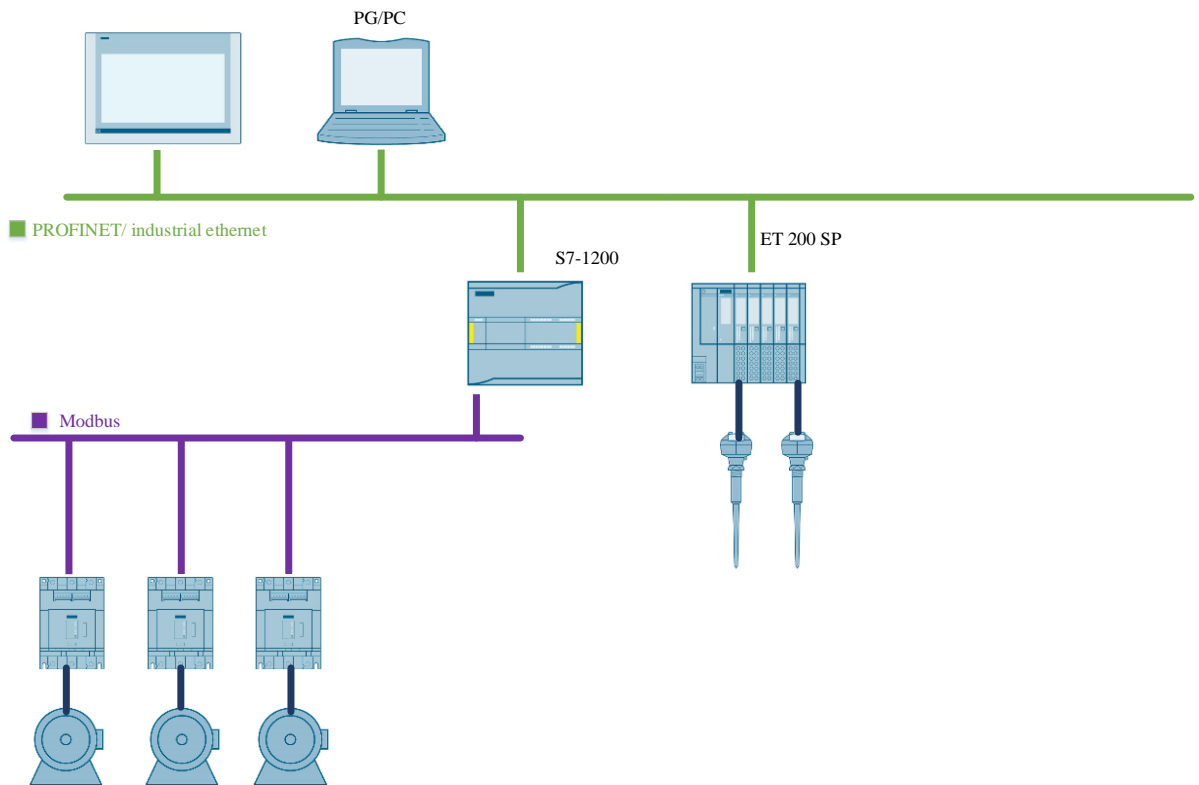


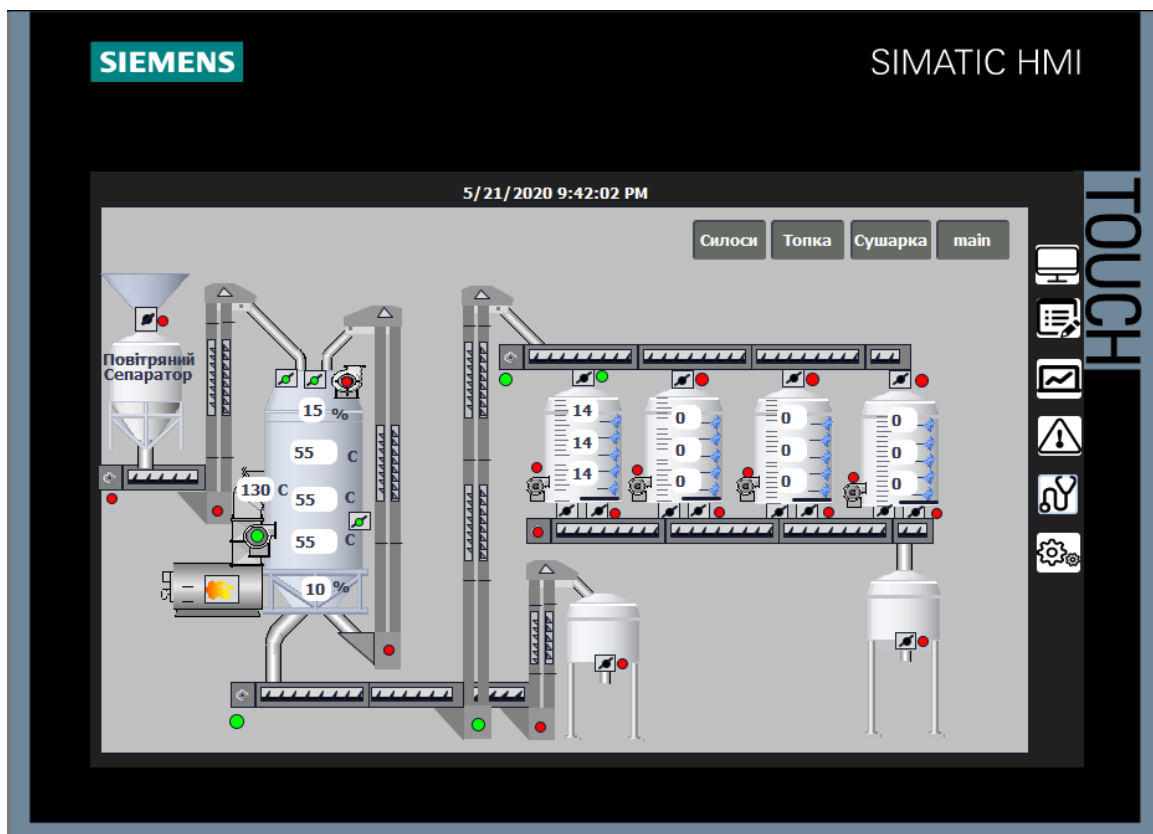
Рисунок 5.1. Зовнішній вигляд топології мережі

|     |      |          |        |      |                         |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|     |      |          |        |      | <i>СУ-61 6.15101.ПЗ</i> | Арк. |
|     |      |          |        |      |                         | 40   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

## 6. ПОБУДОВА SCADA СИСТЕМИ ОБ'ЄКТА ШАХТНОЇ СУШАРКИ

Програмний пакет Tia portal надає змогу будувати візуалізацію для технічного проєкту, та в подальшому дає змогу моторити або керувати в реальному часі.

- Можливість тестування та робити налаштування.
- Підтримка скриптів С, можливість runtime режиму.
- Графічна бібліотека.
- Великий вибір інструментів.
- Підтримка 32 мов.
- Можливість імпорту експорту.
- Гнучке налаштування class alarm.
- Потужний редактор екранів.
- Зручне прив'язування тегів.



Режим профілю дозволяє авторизуватися, змінити мову, налаштувати базову конфігурацію. Alarm дозволяє бачити всі виникаючі помилки, та всі процеси які стартували або закінчили працювати, та дозволяє експортувати журнал дій та помилок. Графік дозволяє відстежити оператору процес сушіння, для користувача з більшими правами дозволу, є можливість редагувати параметри регулятора графічну та спостерігати поведінку. Режими дозволяє вибирати авто мод, або ручний режим для сушіння, що дозволяє вільно конфігурувати.

|     |      |          |        |      |                  |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------|------|
|     |      |          |        |      | СУ-61 6.15101.ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                  | 41   |

## 7.РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ

Оператор вибирає режим сушіння соняшника, задає уставки температури сушіння, та швидкість зняття процента вологості, ці уставки записуються в перемінні, програмна функція порівнює чи задані уставки чи співпадають з номінальними. Якщо співпали в подальшому дає дозвіл на розрішення що встановлює один біт в переміну

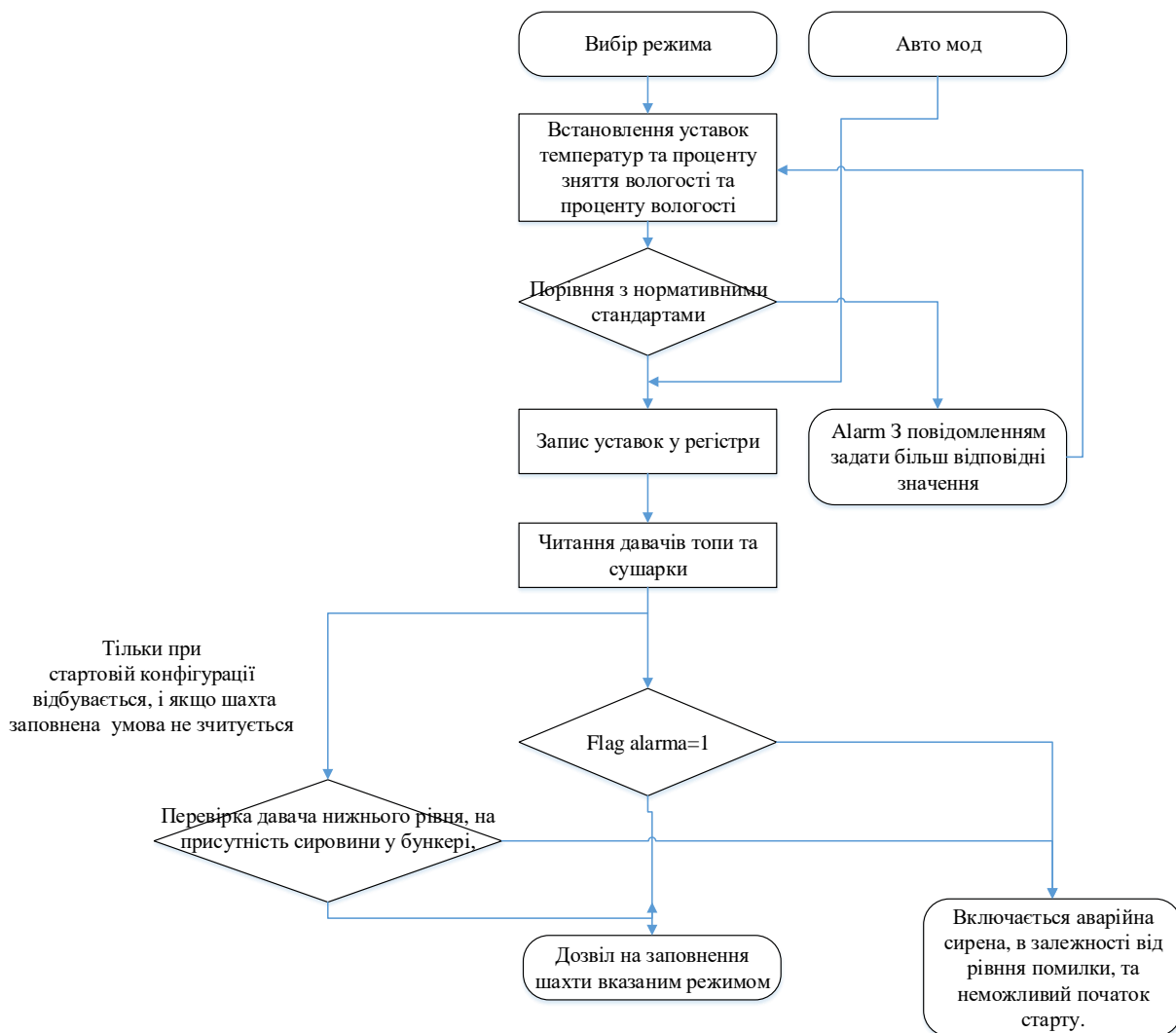


Рисунок 7.1 Алгоритм дозвіл на транспортування

Запуск конвеєра, норії, та відкриття шиберної засланки можливо якщо датчі не повідомляють про помилок та встановлений біт на дозвіл на заповнення шахти. При старті здійснюється постійне опитування датчиків норії та конвеєра, датчі температури вальців, датч швидкості вала норії, датч зміщення стрічки (індуктивний), датч рівня башмака, та індуктивний датч для повірки чи почав рух конвеєр, та положення стрічки. Якщо один з датчиків норії спрацював, доті записується біт в зміну помилок, і подальший запуск норії неможливий поки не виправлять поломку, також якщо індуктивний датч котрий фіксує

|     |      |          |        |      |  |  |  |  |  |      |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
|     |      |          |        |      |  |  |  |  |  | Арк. |
|     |      |          |        |      |  |  |  |  |  | 42   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |  |      |



заповнюється поки давачі рівня не спрацюють, шиберна заслінка закривається і через 30 секунд зупиняється норія і конвеєр зупинися.

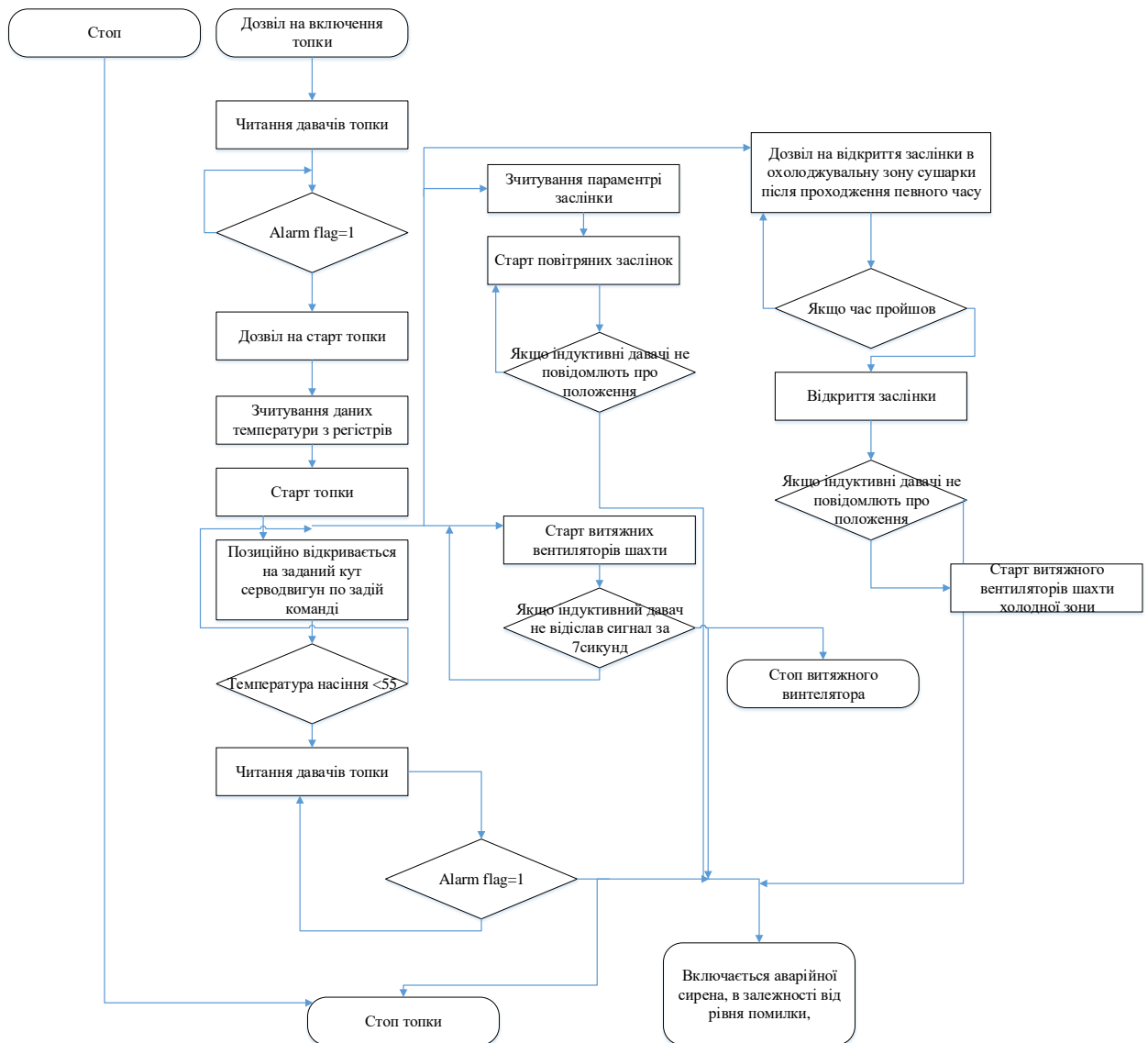


Рисунок 7.3 Алгоритм старту топкі

Після заповнення шахти сировиною, записуємо один біт на дозвіл запуску топки, перед стартом проводиться зчитування давачі, перевірка на нормальність тиску в трубопроводі. Старт топки здійснюється коли на нормально закритий клапан видається команда в 1біт на подачу газу, та на серво-драйвер через Modbus приходить значення в типу mw з заданим градусом на відкриття, та один біт на включення запальника. Якщо за п'ять секунд давач полум'я не записав значення в свою переміну то, потім закривається газовий клапан, та клапан з серводвигуном стає в початкове положення, та на панель оператора виникає повідомлення помилкою. подача газу не буде здійснюватися до тих пір, поки не поладодять. Якщо не має помилок серводвигун відкриває на заданий кут, він має зворотній зв'язок з давачами температури сировини, серводвигун додержує положення до заданої температури 55<sup>0</sup>C. Далі поступають сигнали на відкриття заслінок для відпрацьованого повітря,

індуктивні датчики повідомляють про положення якщо датчик на відкриття не відкликнувся за заданий час, потім відправляє на панель оператора помилку, і включається запасний вентилятор для видувки відпрацьованого повітря. По проходженні певного часу відкривається заслінка холодної зони, та включається вентилятор.

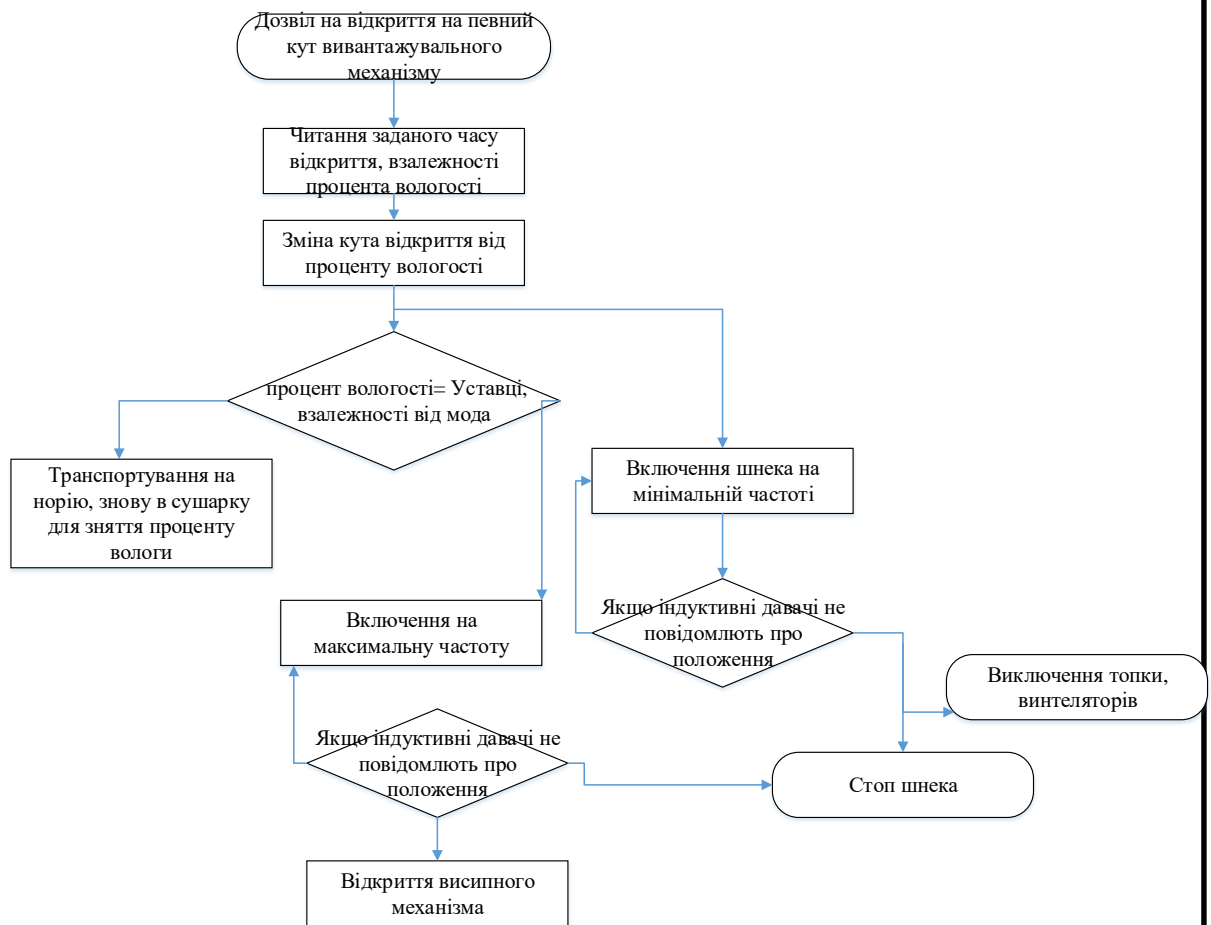


Рисунок 7.4 Алгоритм вивантаження

Залежності від процента вологості вивантажувального механізму відкривається на певний відсоток. При вивантажуванні датчик зчитує показники вологості, якщо показники не відповідають заданим відкривається заслінка на норію, яка транспортує знову у сушильну шахту. Якщо сировина відповідає відповідним стандартам то відкривається друга заслінка яка транспортує на вивантажувальний шнек котрий транспортує до вибраного силосу котрий задав оператор.

## ВИСНОВОК

Автоматизація шахти сушарок на сьогоднішній день є досить актуальним. Сучасні засоби АСУ ТП допомагають знизити витрати на електротермію, та паливні матеріали, та знизити людський фактор. Зменшуються ризики пересушування, пошкодження сировини, збільшується показник якості вихідної сировини. Можливість віддаленого керування, дає змогу прописувати чіткі алгоритми, що не дозволяють утворюватися великим аварійним ситуаціям.

1. Розроблено схему технологічного процесу, та схему інформаційно-матеріальних потоків;
2. Проаналізовано функціональні задачі керування;
3. Розроблено функціональну схему автоматизації;
4. Реалізовано вибір давачів;
5. Реалізовано алгоритм, та вибір інтерфейсів зв'язку;
6. Реалізовано вибір ПЛК, та вибір інтерфейсних модулів зв'язку, модулів введення, виведення
7. Реалізовано SCADA- систему на платформі Tia portal
8. Розроблено електричні схеми.

Отримані результати можуть використовуватися для модернізації, або використані в інших проектах.

|     |      |          |        |      |                         |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|     |      |          |        |      | <i>СУ-61 6.15101.ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | 46   |





17. SIMATIC S7 S7-1200 Programmable controller, System manual, V4.2, 09/2016  
A5E02486680-AK
18. Learn-/Training Textbook Siemens Automation Cooperates with Education (SCE) TIA Portal Modules for Automation System SIMATIC S7-1200 from Version V14 SP1, TIA Portal Module 011-001, Edition 09/2017
19. Державний стандарт України СТУ 2240-93. Насіння сільськогосподарських культур: сортові та посівні якості, технічні умови.
20. Насіння олійних культур. Методи визначення вологості: ДСТУ4811:2007.– [Чинний від 2009–01–01].–К.: Держспоживстандарт України, 2008.–11с.
21. Сушка и хранение семян подсолнечника / Л. Д. Комышник, А. П. Журавлев, Ф. М. Хасанова. —М.: Агропромиздат, 1989. — 95 с.: ил.
22. <https://kmzindustries.ua/ua/elevators/yak-sushiti-sonyashnik>
23. <https://kmzindustries.ua/ua/news/layfhaki-po-vyboru-zernosushilok-podgotovleno-dlya-agraverycom>
24. Манасян С.К. До розробки системи автоматизованого управління процесами сушіння зерна // Тр. наук.-практ. конф. БІМХ. - Мінськ, 1985. Колесов Л.В., Манасян С.К.
25. [https://www.kck.ua/dir/oborudovanie\\_dlya\\_sypuchih/vlazhnost/radar\\_moisture\\_sensor/radarnyi-vlahomer-trime-gw-dlja-izmerenija-vlazhnocti-zerna.html](https://www.kck.ua/dir/oborudovanie_dlya_sypuchih/vlazhnost/radar_moisture_sensor/radarnyi-vlahomer-trime-gw-dlja-izmerenija-vlazhnocti-zerna.html)

|     |      |          |        |      |                         |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|     |      |          |        |      | <i>СУ-61 6.15101.ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | 48   |

# Додаток А. SCADA система

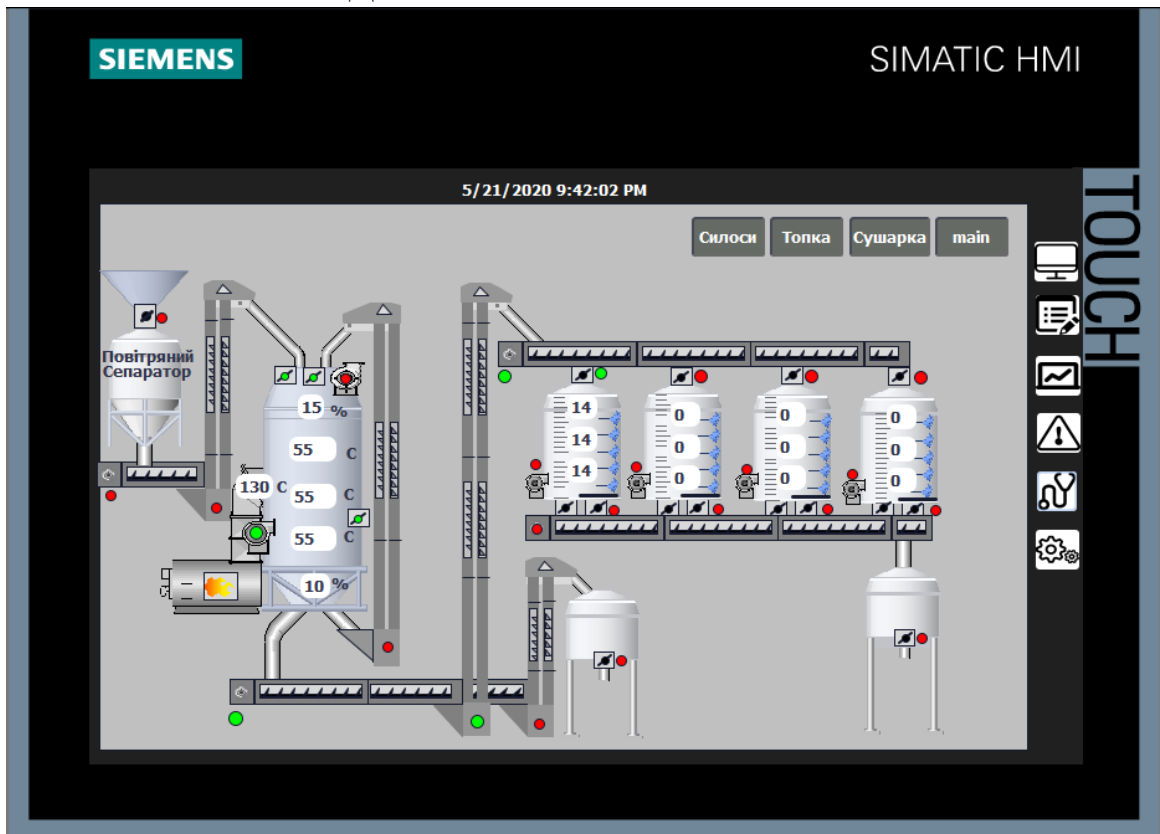


Рисунок А.1. Головний екрана SCADA системи

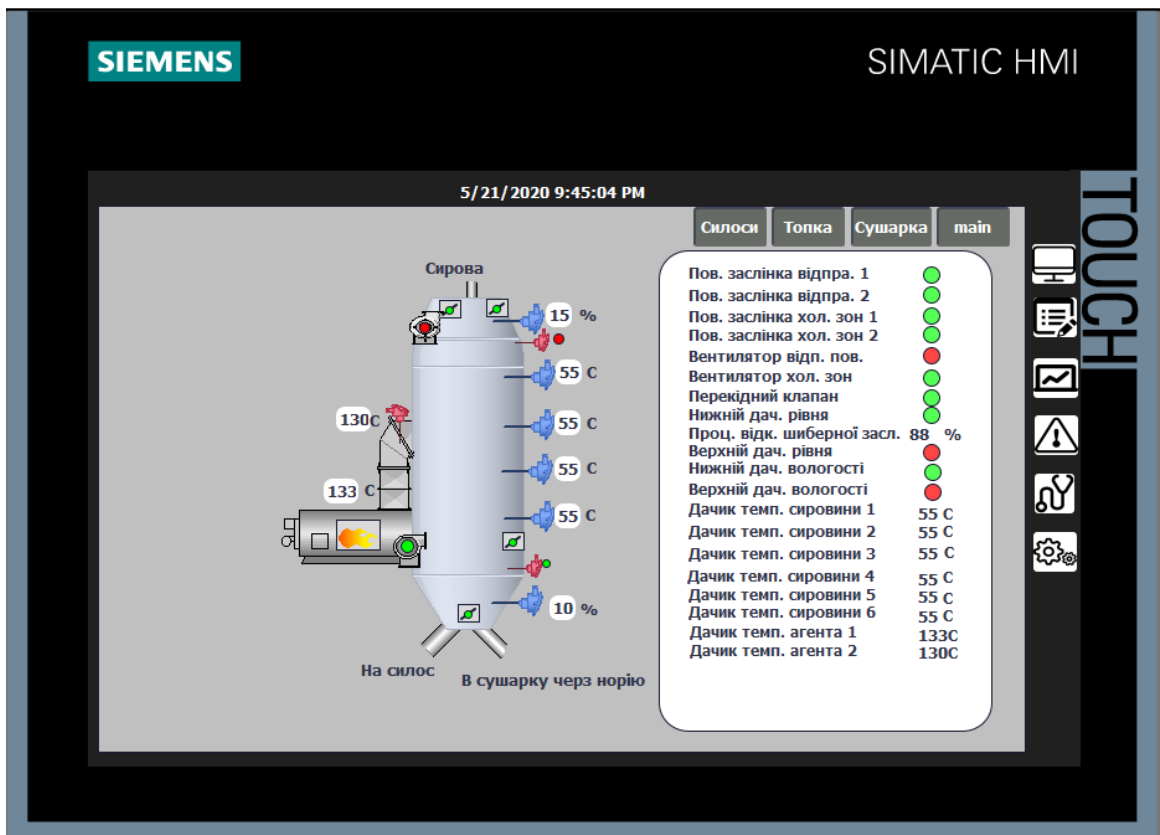


Рисунок А.2. Екран шахтної сушарки

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



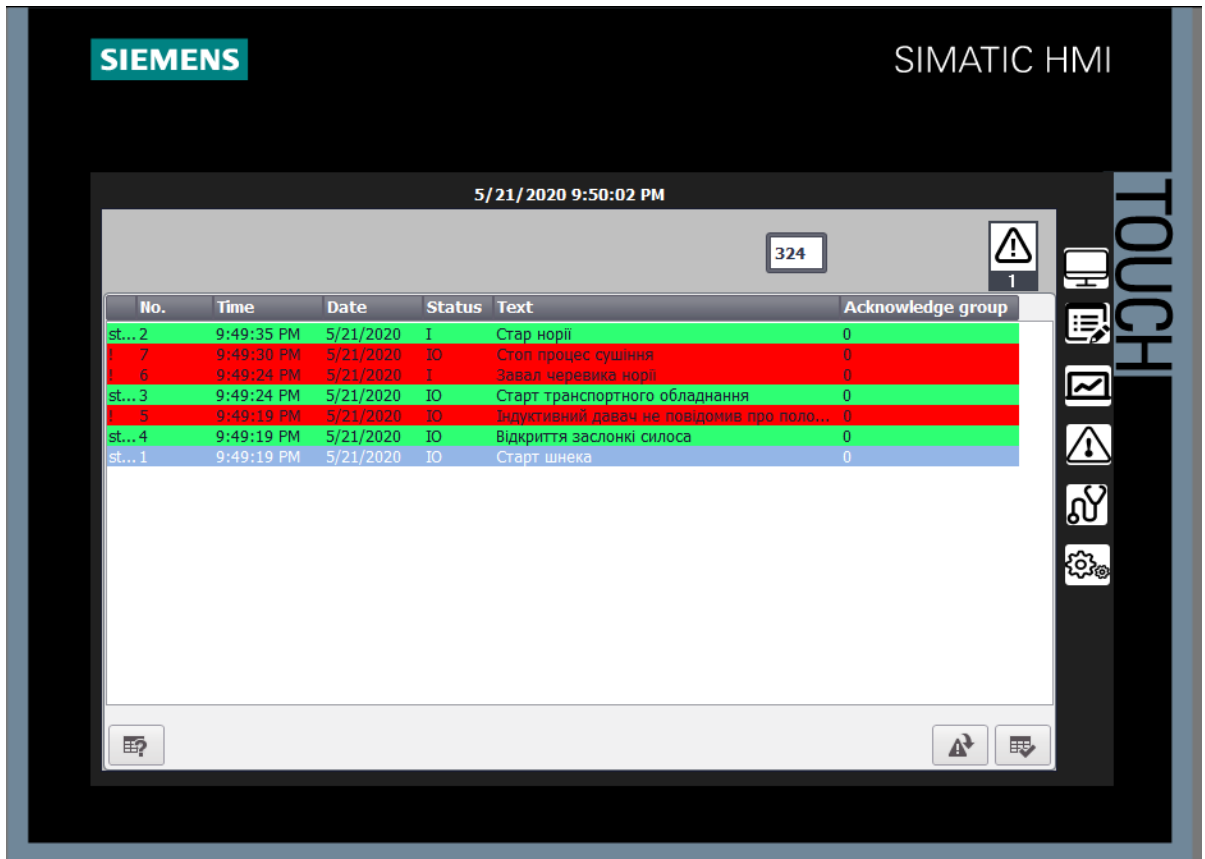


Рисунок А.5. Контроль помилок, та контроль всіх процесів

|     |      |          |        |      |                         |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|     |      |          |        |      | <i>СУ-61 6.15101.ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |