

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

**ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ
ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: “ **Проектування структури автоматизованої системи
первинної обробки лляної трести** ”

Виконав: студент гр. Акт-41

Спеціальності 151 – «Автоматизація та
комп'ютерно-інтегровані технології»

(шифр і назва)

Черник Дмитро Васильович

(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. Луб П.М.

(Прізвище та ініціали)

Рецензенти: к.т.н., доц. Бабич М.І.

(Прізвище та ініціали)

(Прізвище та ініціали)

ДУБЛЯНИ-2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти
151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Завідувач кафедри _____
д.т.н., проф. А.М. Тригуба
“ _____ ” _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту

Чернику Дмитру Васильовичу

1. Тема роботи: «Проектування структури автоматизованої системи первинної обробки лляної трести»

Керівник роботи Луб Павло Миронович, к.т.н., доцент
Затверджені наказом університету 27.11.2023 року №641/к-с.

2. Строк подання студентом роботи 17.06.2024 р.

3. Початкові дані до роботи: 1. Методи сушіння сировини та конструкція сушарок; 2. Структурна схема сушильного апарату; 3. Будова виконавчих механізмів та програмно-логічного контролера; 4. Технічна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

1. Аналіз стану питання та об'єкта проектування
2. Технологічні передумови та проектування системи автоматизації сушильного обладнання
3. Проектування автоматизованої системи конвеєрного сушіння лляної трести
4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях
5. Висновки
6. Бібліографічний список.
7. Додатки

5. Перелік презентаційного матеріалу : 1. Тема, автор, керівник; 2. Мета та завдання кваліфікаційної роботи; 3. Визначення головних понять та класифікація методів сушіння; 4. Техніко-технологічні особливості сушарок; 5. Структурна та концептуальна схема; 6. Функціональна схема автоматизації сушарки; 7. Проектування контурів керування; 8. Підбір виконавчих механізмів; 9. Вибір програмно-логічного контролера; 10. Візуальне відображення процесу в системі SCADA.

6. Консультанти з розділів:

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|------------|--|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| 1, 2, 3, 4 | <i>Луб П.М., доцент кафедри інформаційних технологій</i> | | |
| 5 | <i>Городецький І.М., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва</i> | | |

7. Дата видачі завдання 27.11.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Етапи виконання кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|---|--------------------------------|----------|
| 1. | <i>Написання першого розділу та означення головних завдань роботи</i> | <i>27.11.2023 – 01.01.2024</i> | |
| 2. | <i>Виконання другого розділу та формування головних показників для розрахунків</i> | <i>01.01.2024 – 01.02.2024</i> | |
| 3. | <i>Виконання третього розділу, розрахунків та розробка листів</i> | <i>01.02.2024 – 01.03.2024</i> | |
| 4. | <i>Написання розділу: «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»</i> | <i>01.03.2024 – 01.04.2024</i> | |
| 5. | <i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки та аркушів презентаційної частини</i> | <i>01.05.2024 – 01.06.2024</i> | |
| 6. | <i>Завершення роботи в цілому</i> | <i>01.06.2024 – 14.06.2024</i> | |

Студент _____ Черник Д.В.
(підпис)

Керівник роботи _____ Луб П.М.
(підпис)

УДК 681.5.03 : 628.83

Проектування структури автоматизованої системи первинної обробки льняної трести. – Черник Д.В. Кваліфікаційна робота. Кафедра ІТ. – Дубляни, Львівський НУП, 2024.

50 с. текст. част., 29 рис., 4 табл., 10 слайдів презентаційного матеріалу, 19 літ. джерел.

Означено основні визначення та класифікація методів сушіння. Наведено класифікацію сушильних установок, а також виконано порівняння методів сушіння. Наведено техніко-технологічні особливості сучасних сушарок сировини.

Описано структурну схему сушильного апарату. Виконано проектування контурів керування сушарки льоно-трести. Наведено спосіб керування параметрами функціональної схеми автоматизації сушарки. Подано функціональну схему керування автоматизацією сушарки льоно-трести.

Підібрано виконавчі механізми конвеєрної сушарки. Запропоновано вибір програмно-логічного контролера.

Наведено спосіб візуального відображення процесу сушіння завдяки системі SCADA.

Розроблено заходи з охорони праці та захисту населення, охорони довкілля та захисту населення.

Ключові слова: проектування, автоматизація, система, сушіння, треста льону, схема, обладнання, інтерфейс, керування.

Key words: design, automation, system, drying, flax trust, scheme, equipment, interface, control.

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ПЕРЕДМОВА | 6 |
| 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ТА ОБ’ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ | 7 |
| 1.1. Основні визначення та класифікація методів сушіння | 6 |
| 1.2. Класифікація сушильних установок | 10 |
| 1.3. Порівняння методів сушіння | 12 |
| 1.4. Техніко-технологічні особливості сучасних сушарок сировини.. | 13 |
| 2. ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ТА ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ СУШИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ | 21 |
| 2.1. Структурна схема сушильного апарату..... | 21 |
| 2.2. Проектування контурів керування сушарки льоно-трести..... | 22 |
| 2.3. Керування параметрами функціональної схеми автоматизації сушарки..... | 26 |
| 2.4. Функціональна схема керування автоматизацією сушарки льоно-трести..... | 28 |
| 3. ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КОНВЕЄРНОГО СУШІННЯ ЛЛЯНОЇ ТРЕСТИ..... | 30 |
| 3.1. Підбір виконавчих механізмів | 30 |
| 3.2. Вибір програмно-логічного контролера | 35 |
| 3.3. Візуальне відображення процесу сушіння завдяки системі SCADA..... | 39 |
| 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ..... | 41 |
| 4.1. Структурно-функціональний аналіз виробничого процесу та розроблення моделі травмонебезпечних ситуацій..... | 41 |
| 4.2. Вимоги техніки безпеки під час роботи обладнання та протипожежні заходи..... | 43 |
| 4.3. Розрахунок штучного заземлення..... | 44 |
| 4.4. Захист цивільного населення..... | 45 |
| ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ..... | 47 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 49 |

ПЕРЕДМОВА

Лляне волокно є найціннішим серед усіх видів луб'яних волокон. В сировинному балансі текстильної промисловості льон займає друге місце після бавовнику. Лляне волокно вигідно виділяється серед своїх конкурентів. Воно міцніше за бавовник, вовну, джут, також воно має гарні прядивні властивості, гнучкість, міцність, добре ділиться при чесанні на волоконця. З даного виду волокна виробляється широкий асортимент товарів побутового і технічного призначення [2].

Первинна обробка луб'яних культур льону складається з процесів і операцій, мета яких – виділення волокна або лубу з стебла, вона є досить складною. Для виділення волокна використовують мікробіологічні, ферментні процеси та механічну обробку. Чим більша довжина і менша товщина стебла льону, тим більше в ньому міститься волокна.

Автоматизація процесів первинної обробки та зберігання льону дозволить підвищити якість та темпи виробництва майбутніх товарів, а також звести втручання людини до мінімуму.

Мета роботи – розробити функціональну схему автоматизованого керування конвеєрною сушаркою та запроектувати систему первинної обробки лляної трести.

Завдання кваліфікаційної роботи:

- проаналізувати методи сушіння органічної сировини;
- розробити функціональну схему автоматизованого керування конвеєрною сушарки;
- запроектувати автоматизовану систему конвеєрного сушіння лляної трести.

1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ТА ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

1.1. Основні визначення та класифікація методів сушіння

Сушіння – це процес термічної обробки матеріалу з метою зниження його вологості, в результаті чого покращується якість продукції, запобігається його псуванню і злежуванню, знижується вага та покращуються умови транспортування і зберігання.

Вологі матеріали сушать різними способами, які можна звести до двох основних принципів [9]:

- 1) Видалення вологи з матеріалу без зміни її агрегатного стану,
- 2) Видалення вологи з матеріалу зі зміною її агрегатного стану.

Сушка лляної грести – найбільш відповідальний та складний процес в післязбиральній період. При правильній технології сушіння та оптимальних її режимах якість багатьох матеріалів сільськогосподарського виробництва покращується, подовжуються строки його безпечного зберігання. Під час сушіння проходять важливі біохімічні перетворення низько молекулярних речовин в високо молекулярні білки, жири та вуглеводи, що стійкі до зберігання.

Рівноважна вологість – вологість, при якій матеріал не віддає та не поглинає вологу. Наприклад, при відносній вологості повітря 80%, рівноважна вологість насіння соняшника дорівнює 9,3%. Визначений вплив на стан насіння здійснює температура повітря.

Критична вологість – максимальна абсолютна вологість матеріалу, при якій руйнівні процеси припиняються. За її границями різко посилюється інтенсивність руйнівних процесів особливо при підвищеній температурі та вологості повітря. Наприклад, насіння соняшника з високим вмістом олії має критичну вологість, що приблизно дорівнює 6...9 %.

Класифікація методів сушіння приведена на рисунку 1.1.

До першого принципу зневоднення відносять:

- механічне видалення вологи,
- сорбційне сушіння.

1) **Механічний спосіб зневоднення** застосовується при наявності вільної вологи. При цьому способі вільна волога видаляється шляхом механічної дії на матеріал – віджиму при фільтруванні, або внаслідок дії на вологу сили тяжіння.

2) **Сорбційний спосіб** застосовують головним чином для сипких матеріалів, які зовсім не витримують термічного сушіння, або при нагріванні утрачають цінні властивості. При сорбційному сушінні вологий матеріал змішують з вологопоглиначем та витримують в продовж визначеного часу. Цей же принцип використовується при змішуванні вологого матеріалу з більш сухим. При цьому частина вологи переходить від більш вологого матеріалу до менш вологого та вологість всього матеріалу вирівнюється.

Другий принцип зневоднення пов'язаний з витратами теплоти на зміну агрегатного стану вологи, перетворення її з рідкого стану в газоподібний. По способу підводу теплоти до об'єкту сушіння визначають наступні способи [14]:

- конвективний;
- кондуктивний;
- радіаційний;
- електричний;
- молекулярний.

Конвективний спосіб використовується для сушіння сипкого матеріалу (зерна, кормів та ін.). Теплота, необхідна для підігріву матеріалу та випарювання з нього вологи, передається конвекцією від газоподібного теплоносія, що рухається - агенту сушіння. Останній не тільки передає теплоту матеріалу, а й також виводить випарену вологу. В якості агента сушіння використовується повітря або його суміш з топочними газами, за рахунок чого збільшується ККД установки.

Кондуктивним – спосіб сушіння при якому вологий матеріал торкається до підігрітої поверхні та отримує теплоту безпосередньо від неї

шляхом кондукції. Кондуктивним способом можливе сушіння при нормальному атмосферному тиску або в вакуумі. чим більший вакуум, тим нижча температура кипіння води та інтенсивніше виведення вологи з матеріалу.

При **радіаційному способі** сушіння теплота підводиться до матеріалу у вигляді променистої енергії. Радіаційне сушіння можна розділити на природну (сонячну) та штучну (інфрачервоними промінням).

Штучне сушіння інфрачервоним промінням, що випромінюється генераторами інфрачервоного випромінювання, характеризується високою тепловою напругою, що виникає на поверхні матеріалу. Тому застосування цього методу сушіння обмежується властивостями матеріалу. Доцільно застосовувати імпульсне сушіння.

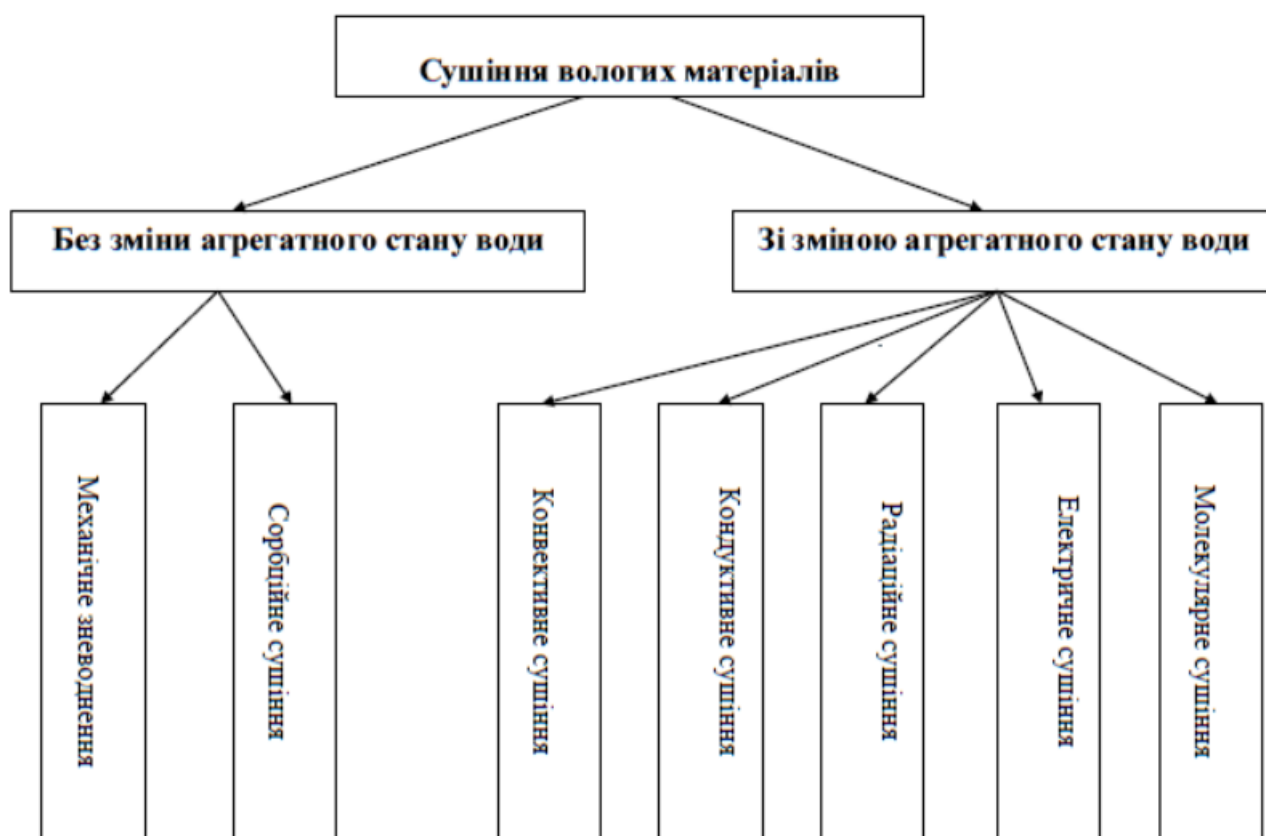


Рис. 1.1 - Класифікація методів сушіння [14]

Сублімація (або молекулярне сушіння) здійснюється при умові глибокого вакууму. Процес протікає наступним чином: спочатку теплота, що

потрібна для видалення вологи, віднімається від матеріалу, внаслідок чого його температура значно знижується, а волога, що залишилася само заморожується та виходить на поверхню в стані кристалів льоду; далі при підведенні теплоти, проходить випарювання льоду, т.т. безпосереднє перетворення його в водяний пар, мінуючи рідкісну фазу. Молекулярна структура при цьому повністю зберігається.

Електричне сушіння струмами високої частоти (СВЧ). Матеріал, що є діелектриком, поміщається в поле СВЧ між двома пластинами (обкладинками конденсатору). Його молекули поляризуються та приводяться в коливальний рух, що супроводжується тертям частинок та нагріванням матеріалу. Волога, що виділилася в результаті нагрівання та випарювання, видаляється разом з повітрям. Матеріал в полі СВЧ гріється досить швидко та рівномірно по всій товщині

1.2. Класифікація сушильних установок

Сушіння – технологічний процес, ціллю якого є отримання матеріалу з оптимальними властивостями. З цією ціллю здійснюється вибір методу сушіння, конструкції сушильної установки та режиму її роботи. Властивості сушильного матеріалу, конструкцію сушильної установки та режим її роботи слід розглядати в нерозривному зв'язку [1].

Конструкції сушильних апаратів залежать від масштабів виробництва і властивостей матеріалу, сушіння в яких проводиться під атмосферним тиском або вакуумом, при цьому матеріал може знаходитись в стані спокою, переміщатися, або перемішуватися.

Сушильні установки класифікуються за такими ознаками:

- способом підведення тепла до висушуваного елемента;
- принципом дії;
- станом шару елемента при сушінні;

- напрямком руху шару елемента і сушильного агента;
- мобільністю сушильної установки.

За способом підведення тепла до висушуваного матеріалу розрізняють п'ять груп сушильних установок:

1) з безпосереднім конвективним нагріванням матеріалу сушильним агентом,

2) з непрямим конвективним нагріванням:

- установка для контактного сушіння (з кондуктивним підведенням тепла) від нагрітої поверхні, сушіння сумішшю із сухим матеріалом або хімічними поглиначами,

- установка для сушіння радіацією,

- сушіння із застосуванням електричного струму.

За принципом дії розрізняють сушарки періодичної і безперервної дії. В установках періодичної дії матеріал завантажується одноразово у сушильну камеру, витримується до моменту необхідного висихання, після чого вивантажується. В установках безперервної дії висушений матеріал переміщується від місця завантаження до місця вивантажування, причому можливий багаторазовий цикл до моменту остаточного висушування.

За станом шару матеріалу при сушінні розрізняють такі сушарки [5]:

1) з нерухомим шаром, коли швидкість сушильного агента невелика, а частинки матеріалу відносно нерухомі,

2) з текучим або киплячим шаром, при якому швидкість сушильного агента досить висока, частинки виводяться сушильним агентом зі стану нерухомості і знаходяться у напівзваженому стані, нагадуючи текучу або кип'ячу рідину.

3) сушарки для сушіння матеріалу у зваженому стані, коли при певній швидкості сушильного агента швидкості частинок близькі до швидкості витання.

4) сушарки з переміщуваним шаром, де все змішується ворушилками, стрічковим транспортером або іншими механічними пристроями.

1.3. Порівняння методів сушіння

Сушіння вологих матеріалів не тільки теплотехнічний, а і технологічний процес. Мета сушіння отримати матеріал з найкращими якостями. Тому вибір способу визначається властивостями даного матеріалу та оптимальним режимом сушіння. Визначення методу сушіння обумовлено енергією зв'язку вологи з матеріалом. При видаленні вільної вологи без зміни її агрегатного стану енергія витрачається на гідравлічний опір твердого скелета тіла. При видаленні вологи зв'язаної зі зміною її агрегатного стану енергія витрачається як на подолання цієї сили, так і на теплоту пароутворення. Механічне зневоднення потребує менших витрат вологи, ніж теплове сушіння [2]. Однак, механічні способи зневоднення застосовуються не для всіх сільськогосподарських матеріалів.

Сорбційне сушіння або сушіння змішуванням з вологопоглиначем, не потребує витрати теплоти на нагрівання та енергій на вентилявання та забезпечує зберігання якісних показників матеріалу (особливо для сіменого зерна). Однак, сушіння триває дуже довго, потребує зайвих приміщень, виділення та регенерації вологопоглинача.

Кондуктивний (контактний) метод сушіння не забезпечує рівномірного підігрівання матеріалу: шар, що торкається поверхні, перегрівається, в той час, як шар віддалений від поверхні, менше нагрівається та довше сушаться. Такий спосіб малоефективний, потребує великої витрати палива, та забезпечує низьку швидкість сушіння.

Сушіння сільськогосподарських матеріалів в полі СВЧ, не дивлячись на переваги (швидкий та рівномірний нагрів матеріалу), не знайшов застосування внаслідок значної витрати електричної енергії.

Сушіння інфрачервоним випромінюванням супроводжується сильним нагріванням поверхні матеріалу, внаслідок чого утворюється значний температурний градієнт, що заважає видаленню вологи з матеріалу. Необхідне імпульсне випромінювання, при якому в період опромінення поверхня

матеріалу нагрівається та зневоднюється, а в період відлежування волога від внутрішніх шарів переходить до зовнішніх. Не дивлячись на переваги, сушіння інфрачервоним випромінюванням не отримала достатнього розповсюдження внаслідок низького ККД генератора інфрачервоного випромінювання та значної витрати електричної енергії.

Сублімаційний спосіб сушіння застосовується для сушіння фруктів, овочів, різних біологічних препаратів. Однак, широкого застосування цей спосіб не отримав через порівняно низької продуктивності сушильних установок, складності обладнання, та високої вартості сушіння.

Для сушіння сільськогосподарських матеріалів, які досить добре переносять порівняно високі температури, застосовують теплові способи сушіння, та найбільш розповсюджений з них конвективний. Особливість цього способу в тому, що для підводу теплоти до об'єкту сушіння використовується та видалення випареної вологи застосовують сушильний агент. Інші способи теплового сушіння складніші та менш ефективні, і тому рідко застосовуються.

1.4. Техніко-технологічні особливості сучасних сушарок сировини

На відміну від інших горизонтальних сушарок на ринку, конвеєрні сушарки Сколарі (серія Т) переміщують матеріал на рухомій перфорованій конвеєрній металевій стрічці, а не протягують його ланцюгом по днищу ложе.

Цей спосіб переміщення матеріалу дає цілу низку переваг [11]:

1. Дбайливе поводження з продуктом. Продукт не волочиться, не третється, не затискається в механічних частинах сушарки.
2. Перфорований конвеєр дає більш рівномірний розподіл теплого повітря по продукту.
3. Можливість працювати з продуктами, у яких складні фізичні або хімічні властивості.
4. Точне позиціонування продукту в сушарці.



Рис. 1.2 – Загальний вигляд вуличної сушарки Scolari [7]

Конвеєрні сушарки Scolari серії T проектується різної продуктивності залежно від потреб замовника, теплової потужності джерела тепла та фізико-хімічних властивостей продуктів, що сушитимуться. Для цього сушильні столи можуть мати різну площу, а також у сушарці може бути кілька сушильних столів (1, 2 або 3 конвеєри).

Подача продукту здійснюється через спеціальний механізм, який рівномірно розподіляє шар продукту заданої товщини по всій ширині конвеєра.

Сушарка Сcolari може працювати з робочими агентами низької температури, починаючи з від 35 С і до 140°C. (Зазвичай у конвеєрних сушарках не встановлюють температури вище 140°C, оскільки типові продукти за більш високих температур втрачають свої якості.)

Італійська компанія Scolari може поставити сушарку з генератором тепла на будь-яких видах палива: природний газ, зріджений газ, насичена пара, гаряча вода, тверде паливо (тріска, пелета, дрова, солома тощо), діатермічне масло та ін.



Рис. 1.3 – Робоча частина конвеєрної сушарки Scolari [7]

Процес сушіння (кінцева вологість) повністю автоматизований та контролюється за допомогою зручного великого кольорового монітора.

Сушарка з одним сушильним столом (конвеєром). Застосовується для сушіння продуктів, які вимагають низьких температур (від 35°C до 80°C) або у випадках, коли потрібно видалити малі або середні обсяги вологи.

Гаряче повітря подається в сушарку і проходить у вертикальному напрямку (від низу до верху) крізь продукт/матеріал, що знаходиться на металевому перфорованому конвеєрному ложі. Потім відпрацьоване повітря, що засмоктується вентиляторами, очищається від пилу і викидається в атмосферу разом із вологою.

Має низку модифікацій, які описані нижче: 1T-TP і 1T-TPR



Рис. 1.4 – Модульна конструкція сушарки Scolari [7]



Рис. 1.5 – Система подачі сировини конвеєрною сушаркою Scolari [7]

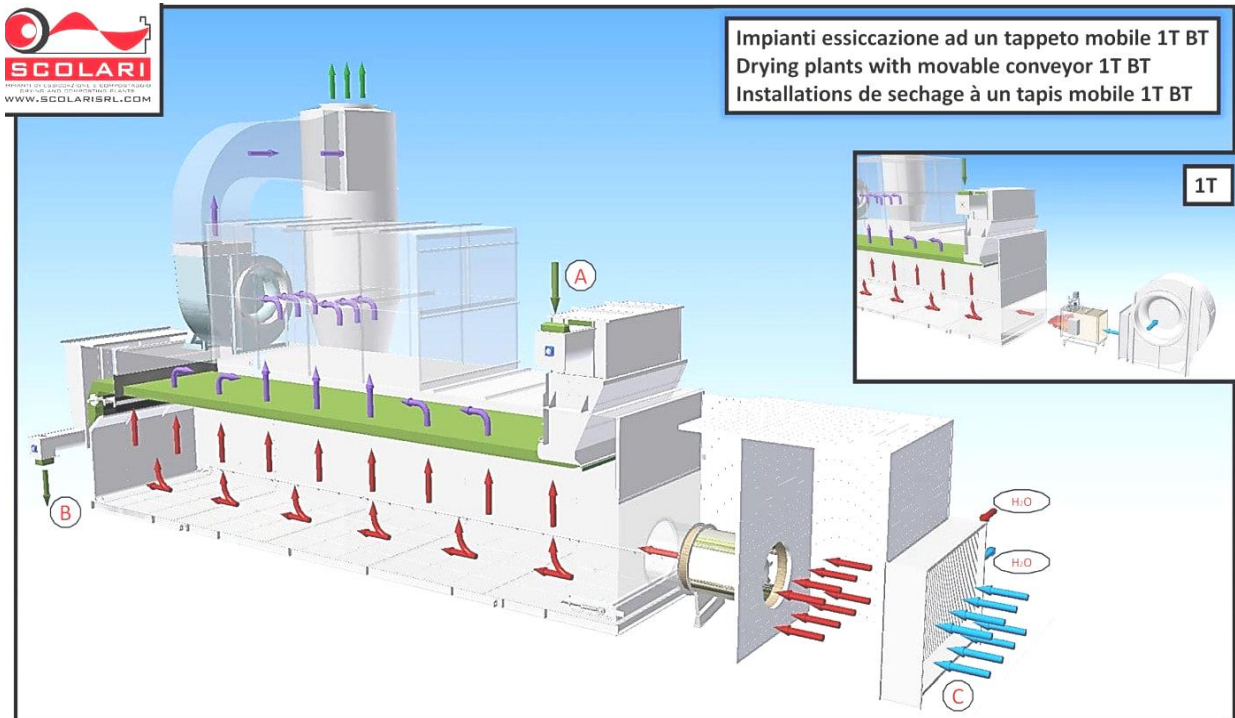


Рис. 1.6 – Сушарки серії 1Т (з одним конвеєром) [7]

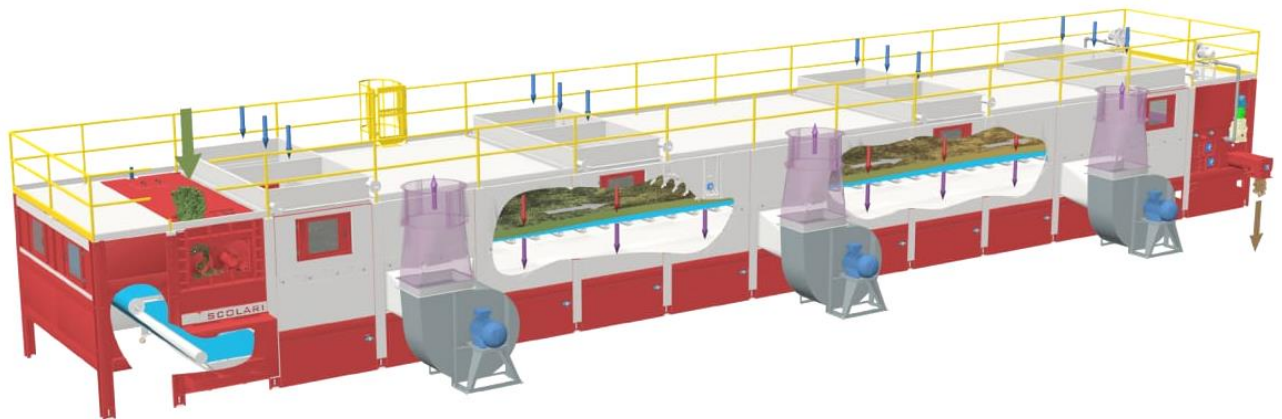


Рис. 1.7 – Сушарки серії 1Т-ТР (конвеєр з ПЕТ) [7]

Серія 1Т-ТР підходить для сушіння матеріалів із низькою питомою вагою. Відрізняється тим, що конвеєрне ложе виконане з мікроперфорованого полієфіру (PET), а повітря надходить згори донизу, таким чином, щоб легкий продукт не видувався сильним потоком повітря (як якби повітря проходило знизу догори).

Сушарка виготовляється з пофарбованої, оцинкованої, вуглецевої сталі AISI 304 або AISI 316, залежно від частини сушарки, потреб замовника та/або оброблюваного матеріалу. Ця сушарка добре сушить такі продукти як тирса, деревна стружка, RDF (паливо з відходів) і CSS.

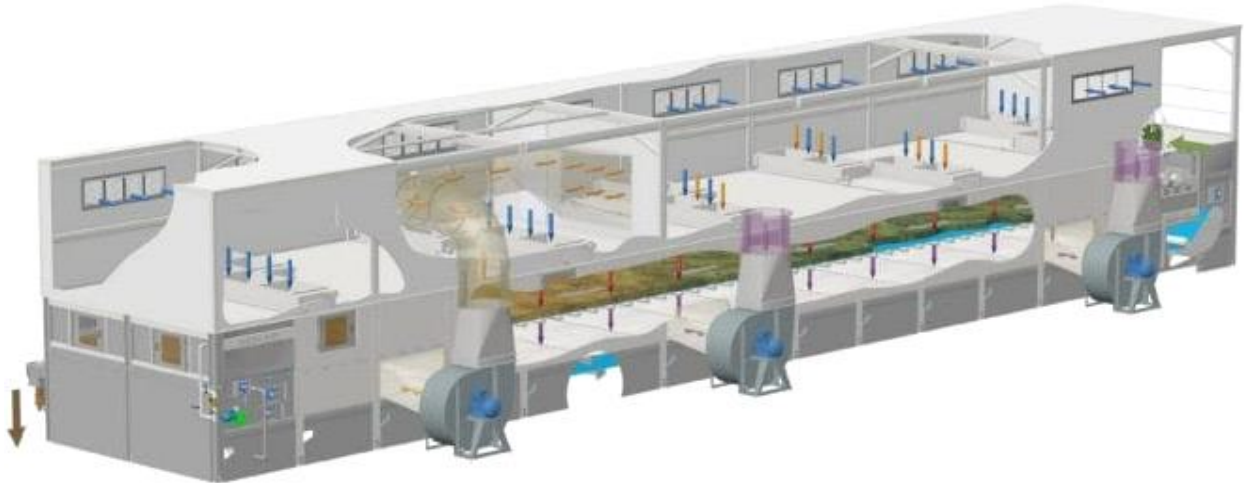


Рис. 1.8 - Сушарки серії 1Т-ТРР (із системою рециркуляції) [7]

Сушильні установки серії 1Т-ТРР побудовані на базі сушарок 1Т-ТР, але комплектуються системою рециркуляції тепла. Частина об'єму гарячого повітря, що виходить із зони біля кінця сушарки, де продукт уже практично сухий, повертається назад у сушарку.

Це дає змогу значно підвищити теплову ефективність установки з відповідним зниженням експлуатаційних витрат на паливо/джерело тепла.

Сушильна установка, що складається з 2 рухомих конвеєрів, зазвичай використовується для середніх і великих потужностей випаровування. Вологий матеріал завантажується через надсушильний бункер на верхній сушильний конвеєр, де він попередньо нагрівається гарячим повітрям, яке рециркулює з нижнього конвеєра. Оскільки на нижньому конвеєрі продукт уже підігрітий і майже сухий, повітря, що виходить із нього, – доволі сухе й гаряче. Його можна і потрібно використовувати в процесі сушіння на верхньому конвеєрі.

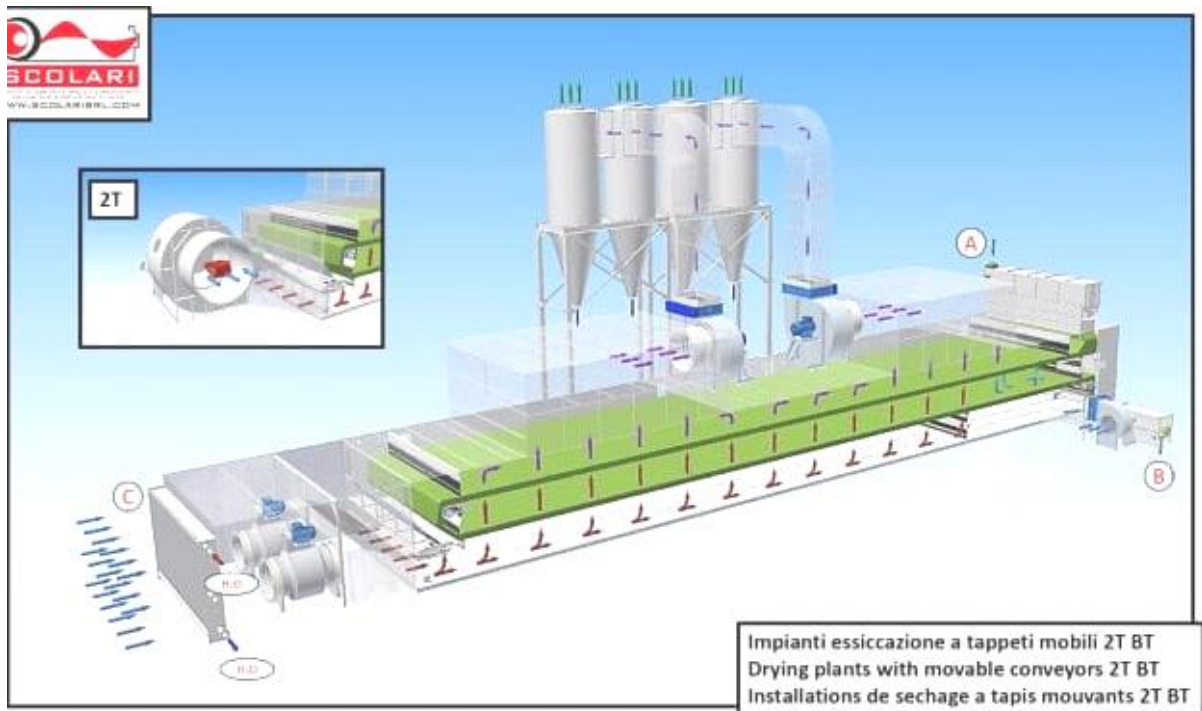


Рис. 1.9 - Сушарки серії 2Т (з двома конвеєрами) [7]

Наприкінці верхнього конвеєра матеріал дбайливо зсипається на нижній конвеєр, де завершується сушіння і, якщо необхідно, проводиться охолодження сухого матеріалу. Обидва сушильних конвеєра утворені перфорованими профілями, що забезпечують проходження робочого агента, який потім всмоктується вентиляторами, очищається від пилу і викидається в атмосферу. Швидкість конвеєрів і час витримки продукту автоматично змінюються відповідно до запрограмованої початкової та кінцевої вологості.

Конвеєрні сушарки Сколарі оснащені автоматичною системою контролю вологості, яка гарантує максимальну однорідність сушіння. Завдання компанії – виробляти сушильні установки, придатні для роботи з максимальною гнучкістю і до 24 годин на добу, повністю автоматично, а також з технологією віддаленої сервісної підтримки. Усі установки передбачають очищення відпрацьованого повітря, щоб відповідати чинним у вашій країні нормам щодо викидів в атмосферу. Повітряний цикл може бути забезпечений відкритою системою (повний викид в атмосферу) і з повною або частковою рециркуляцією, після конденсації, до його регенерації та повторного використання в сушильній установці. Ці сушарки розроблені відповідно до

конкретних вимог замовника і мають продуктивність випаровування від 300 кг/год до 6 000 кг/год води і більше.

Для сушіння особливо вологих продуктів, рідких продуктів, продуктів, що вимагають вкрай високі ступені однорідності кінцевої вологості, продуктів із поверхневою вологою, великих кулястих продуктів і їм подібних ми рекомендуємо розглянути інші типи горизонтальних сушарок Scolari: вібраційні, статичні або сушарки з механічним ворухителем-проштовхувачем.

2. ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ТА ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ СУШИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

2.1. Структурна схема сушильного апарату

Процес сушки льоно трести являє собою тунель(канал) який складається з 13 П-подібних камер і у кожній підтримується однакові параметри, ми розглядаємо лиш одну камеру. Пар у камеру подається по трубі від котла у якому цей пар генерується, який потім вентилятор розсіює по камері. Також є витяжка по якій виходить пар і для охолодження запускається холодне повітря. Таким чином відбувається регулювання вологості та температури у камері сушіння [11]. Всередині каналу по всій його довжині розташований транспортер по якому рухається об'єкт управління. Структурна схема об'єкту управління зображена на Рисунку 2.1.

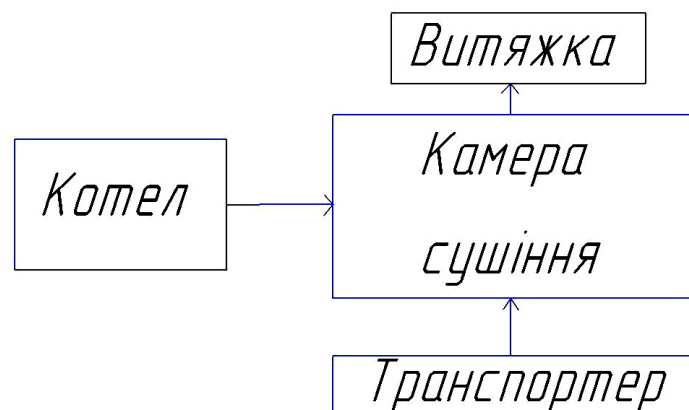


Рисунок 2.1 – Структурна схема сушильного обладнання

Для того щоб підібрати засоби якими можна автоматизувати процес або покращити його роботу потрібно проаналізувати якими параметрами ми керуємо або за якими параметрами ми слідкуємо і які параметри залежать один від одного і як між собою взаємодіють. Схема інформаційно-матеріальних потоків відповідає на питання які параметри наявні у процесі, у якій кількості, як вони протікають і схожі питання. Схема інформаційно-матеріальних потоків зображена Рисунку 2.2.

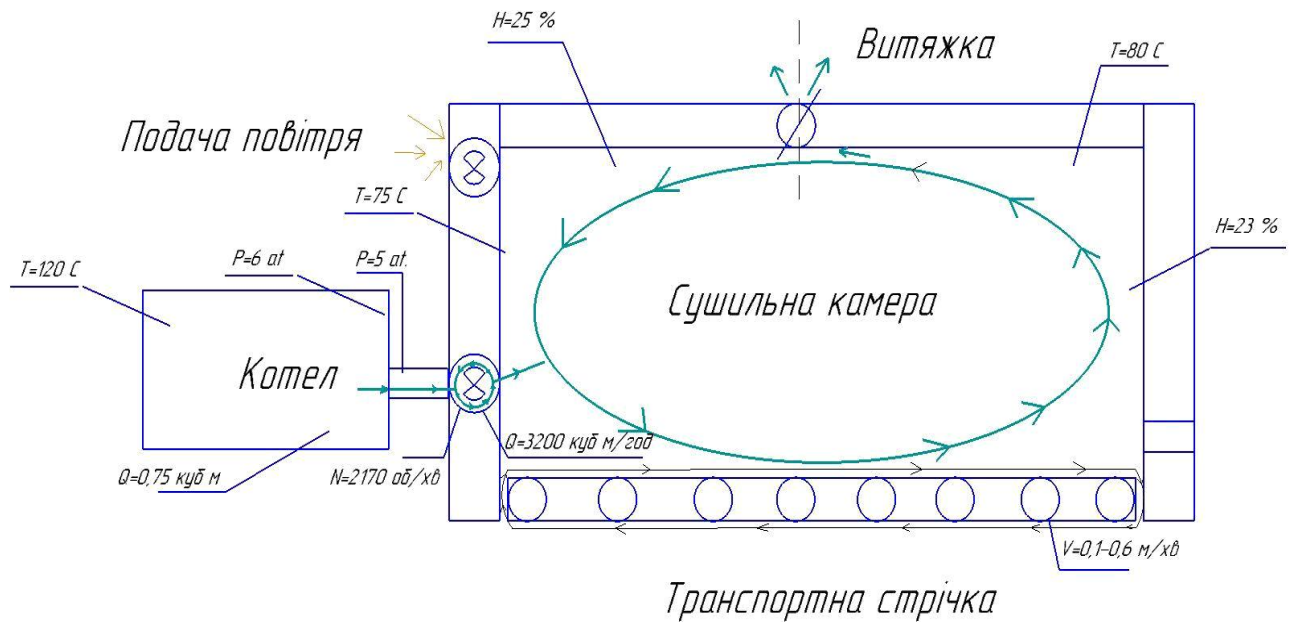


Рисунок 2.2 – Концептуальна схема інформаційно-матеріальних потоків сушарки льоно-трести (ІМП)

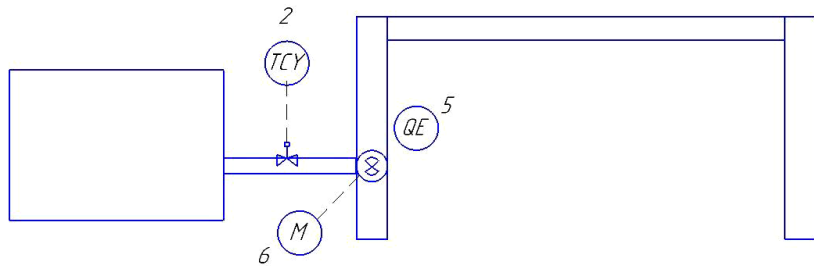
Отже, з котла пар поступає у камеру сушіння під тиском з допомогою вентилятора. У камері підтримуються такі параметри: 1. Температура -70-800 °C; 2. Вологість - 23-25%; 3. Швидкість транспортера - 0,1-0,6 м/хв.

2.2. Проектування контурів керування сушарки льоно-трести

Відповідно до схеми інформаційно-матеріальних потоків формуємо чотири контури керування:

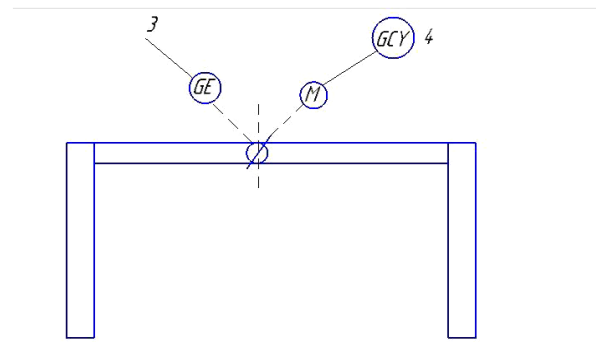
1. подача пари (Рисунок 2.3);
2. вивід пари (Рисунок 2.4);
3. контроль швидкості руху транспортеру (Рисунок 2.5);
4. контроль котла (Рисунок 2.6);
5. контроль параметрів у камері (Рисунок 2.7).

З котла пар подається по трубі і вентилятором розсіюється по камері. З допомогою клапана 2 контролюється рівень пари яка подається – контролюється подача (мін, або макс).



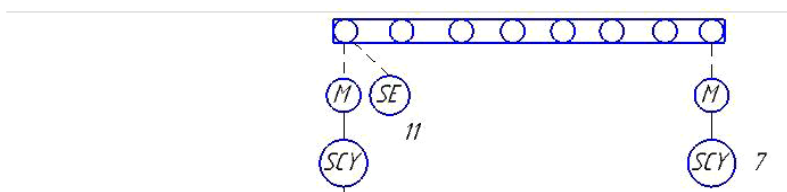
| | | |
|-----|----|---|
| ПЛК | IA | 2 |
| | ID | 5 |
| | OA | 6 |
| | OD | |

Рисунок 2.3 – Контур подачі пару



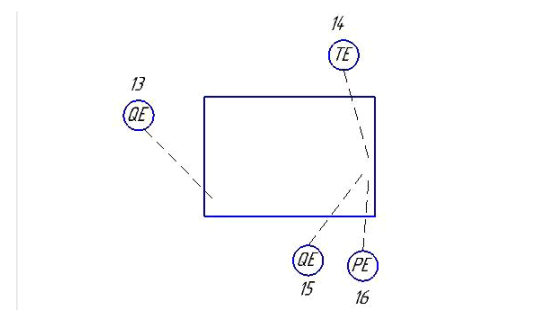
| | | |
|-----|----|-----|
| ПЛК | IA | 3 4 |
| | ID | |
| | OA | |
| | OD | |

Рисунок 2. 4 - Контур виводу пару



| | | |
|-----|----|--|
| ПЛК | IA | |
| | ID | |
| | OA | |
| | OD | |

Рисунок 2.5 - Контур контролю швидкості транспортера



| | | |
|-----|----|-------------|
| ПЛК | IA | 13 14 15 16 |
| | ID | |
| | OA | |
| | OD | |

Рисунок 2.6 - Контроль котла

Позначка 6 це двигун для вентилятора який закачує повітря у камеру. Позначка 6 це давач витрат – це необхідно для того щоб детальніше контролювати подачу пару, тому що якщо буде подано замало або навпаки забагато пару то рівень середовища в камері буде порушено, що призведе до погіршення якості сушіння.

Якщо в камеру лише подавати пар то баланс середовище буде порушено, тому крім подачі пару має бути його вивід і подача холодного повітря. Дану функцію виконує витяжка яка одночасно випускає назовні пар, а в камеру впускає холодне повітря. Контур подачі пару і виводу між собою пов'язані це обумовлено тим що при відкритті витяжки, тобто у камеру потрапить холодне повітря буде порушено баланс середовище і тому щоб необхідний баланс не був порушений одночасно з подачею холодного повітря необхідно відкрити клапан сильніше.

Іншим випадком який пов'язує між собою ці два контури полягає в наступному : якщо необхідно підвищити рівень температури чи вологості в камері необхідно сильніше відкрити клапан , щоб збільшити подачу пару, але паралельно з чим необхідно зменшити кут на який відкрита витяжка або закрити її. Це працює і в протилежному випадку : якщо необхідно зменшити рівень параметрів у середовищі, то сильніше відкриваємо витяжку, але разом з тим зменшуємо ступінь відкритості клапану або повністю його закриваємо щоб подача пару була зменшена або повністю припинена.

Контроль швидкості транспортеру необхідний для того щоб керувати швидкістю з якою буде рухатися транспортна стрічка на якій буде переміщуватися треста по сушильному тунелю. Керувати погодними умовами поки що неможливо тому при зборі урожаю отримуємо іноді сухі стебла тобто уже підсушені сонячною енергією і тому довго піддавати сушінню немає сенсу. Якщо стебла мокрі , то необхідно щоб транспортер рухався повільніше щоб уся зайва волога випарувалась. Стоїть два двигуна на кінцях транспортеру для того щоб швидко збільшувати або зменшувати його швидкість , також стоїть енкодер (позначка 11) щоб визначати положення транспортеру.

Під час сушіння основний параметр це вологість, а котел – це агрегат який виробляє пар, тому необхідно слідкувати за його параметрами:

1. Температура всередині котла;
2. Кількість повітря яке запускається у котел ;
3. Кількість пару яку подаємо до камери сушіння;
- 4.Тиск під яким пар подається у камеру сушіння;

Зміну параметрів задають у програмі керування , ціль зараз отримати вірні дані щоб з їх допомогою вірно змінювати параметри котла. Наприклад зменшити подачу холодного повітря щоб збільшити відсоток пару, або навпаки збільшити подачу холодного повітря щоб зменшити відсоток пару всередині котла. Також можна контролювати силу подачі пару, тобто тиск під яким подається пар по трубі у камеру для сушіння. Також контролюється відношення води до пару .

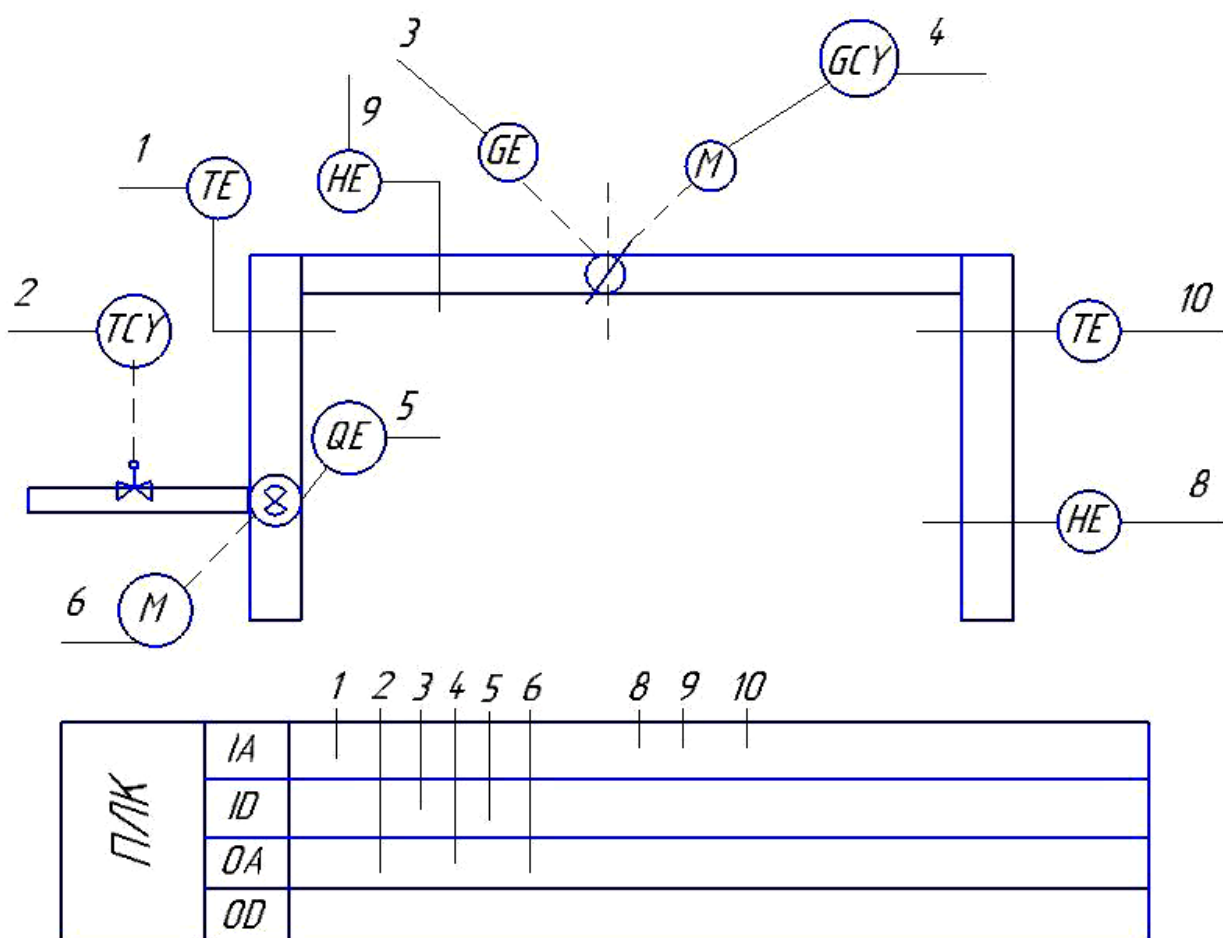


Рисунок 2.7 - Контроль параметрів у камері

Для того щоб сировина яка буде сушитися не пересохла, але і не залишилась вологою після процесу сушіння необхідно щоб у камері підтримувалась необхідні параметри такі як температура і вологість [6].

Так як у камері постійно під час сушіння циркулює гарячий пар і холодне повітря, то у різних точках камері показники будуть відрізнятися . Як приклад можна привести те що гаряче повітря піднімається вгору , а холодне осідає, але в той же час витяжка яка відкачує пар і закачує у камеру сушіння холодне повітря знаходиться зверху. Тому для того щоб чітко розуміти картину середовища у камері потрібно мінімум дві точки виміру як і показано на Рисунок 2.7.

Одна точка виміру температури і вологи з однієї сторони і відповідно по одній точці виміру з іншої.

2.3. Керування параметрами функціональної схеми автоматизації сушарки

Щоб вірно побудувати функціональну схему автоматизації потрібно розуміти якими сигналами та параметрами ми керуємо або на які параметри впливаємо і як саме, тобто яким засобами, також треба мати уявлення те як ми слідкуємо за параметрами . Для цієї цілі і створюється таблиця вхідних-вихідних сигналів. Їх можна побачити на таблицях 1 та 2. Як показано на таблиці 1 за усіма параметрами ми слідкуємо аналоговими давачами з сигналом 4-20 мА. Це обумовлено тим що параметри змінюються постійно з часом , а цифрові давачі мають тип сигналу 1 або 0, тобто вони можуть показати стан : відкрито або закрито, або наприклад чи є струм чи його немає. Технологічна задача відстежувати постійну зміну параметрів, тому мій вибір це аналогові давачі.

У Таблиці 2 показана таблиця вихідних сигналів, тобто ті параметри на які ми впливаємо або якими керуємо. Наприклад : вивід пару з допомогою

крокових двигунів контролюється те на який кут відкрита або закрита витяжка, тобто керуємо силою подачі у камеру сушіння холодного повітря і паралельно тим як з камери відходить пар.

Таблиця 1 –Таблиця вхідних сигналів

| № | Сигнал | Діапазон вимірювань | К-сть точок | Сигнал |
|---|-----------------------------|---------------------|-------------|---------|
| 1 | Температура повітря(камера) | 70-800 С | 2 | 4-20 мА |
| 2 | Вологість повітря | 20-25 % | 2 | 4-20мА |
| 3 | Температура повітря(котел) | 115-1200С | 1 | 4-20мА |
| 4 | Тиск | 5,92-6 ат | 1 | 4-20мА |
| 5 | Швидкість транспортеру | 0,1-0,6 м/хв | 2 | 4-20мА |
| 6 | Витрати(камера) | 3190-3200 м3/год | 1 | 4-20мА |
| 7 | Витрати(котел) | 0,70-0,75 м3 | 2 | 4-20мА |

Іншим прикладом є подача пару: від того настільки відкритий або закритий клапан і змінюється кількість пару яка подається. Якщо клапан повністю відкритий то і подача максимально, і відповідно якщо його повністю закрити , то подача пару буде припинена. Також подача пару здійснюється вентилятором який викачує пар з труби і переганяє його у камеру сушіння.

Таблиця 2-таблиця вихідних сигналів

| № | Сигнал | Діапазон сигналу з ПЛК | Тип сигналу | К-сть точок | Виконавчий механізм |
|---|------------------------|------------------------|-------------|-------------|--|
| 1 | Подача пару | Вкл/викл | дискретний | 1 | Канальний вентилятор (261Вт) |
| 2 | Подача пару (контроль) | Відкрито/ закрито | позиційний | 1 | Електромагнітний клапан (8 Вт) |
| 3 | Вивід пару | Відкрито/ закрито | позиційний | 4 | Кроковий двигун (10 Вт) |
| 4 | Рух транспортеру | Вкл/викл | позиційний | 2 | Електродвигун через пристрій плавного пуску (15 кВт) |

Контроль руху транспортеру створюється за допомогою енкодера і електродвигунів , також допоміжний пристроєм є пристрій плавного пуску.

Якщо необхідно збільшити час сушіння то транспортна стрічка буде рухатися повільніше і навпаки якщо потрібно зменшити час сушіння то стрічка рухається швидше. Це необхідно для того щоб не пересушити стебла льону, але і не залишити їх вологими.

2.4. Функціональна схема керування автоматизацією сушарки льоно-трести

Функціональна схема автоматизації є основним проектним документом, який визначає структуру і рівень автоматизації технологічного процесу об'єкта. На функціональній схемі за допомогою умовних графічних позначень вказують технологічне обладнання, комунікації, органи керування, прилади і засоби автоматизації.

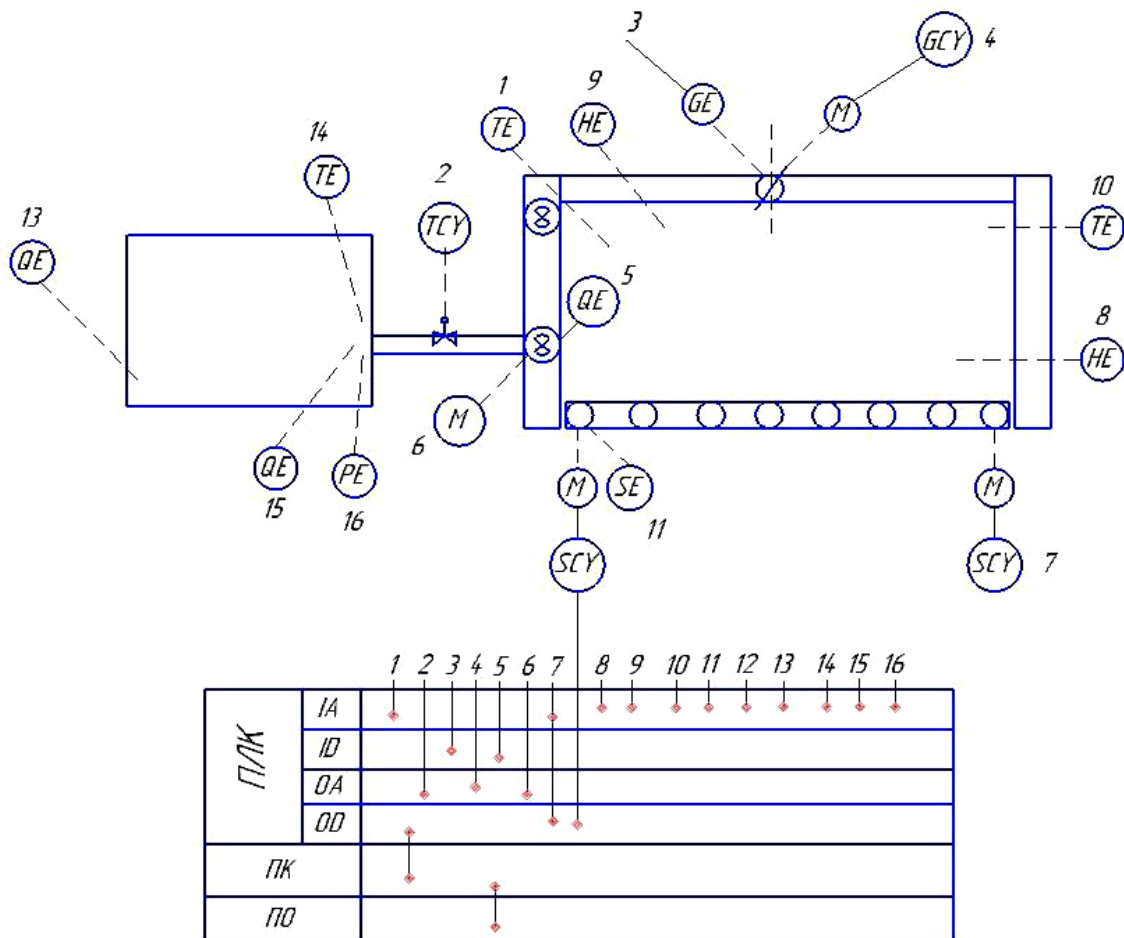


Рисунок 2.8 – Функціональна схема автоматизації сушарки льоно-трести

Саме таку схему можна побачити на Рисунку 2.8. Вона розроблена на основі контурів керування і таблиць вхідних та вихідних сигналів які були описані раніше.

На ній показано те що ми керуємо подачею пару зв'язаним регулюванням, тобто якщо потрібно зменшити параметри середовища у приміщенні ми відкриваємо частково або повністю витяжку, і той же час частково або повністю закриваємо клапан подачі пару, або навпаки сильніше відкриваємо клапан і закриваємо витяжку.

якож маємо слідкувати щоб транспортер по якому рухається об'єкт сушки рухався з потрібною швидкістю щоб сировина не пересушилась і не стала ламкою або навпаки не залишилася вологою після процесу сушіння.

3. ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КОНВЕЄРНОГО СУШІННЯ ЛЛЯНОЇ ТРЕСТИ

3.1. Підбір виконавчих механізмів

Виконавчі механізми - елементи системи автоматичного керування, які переміщують органи регулювання відповідно до керуючих сигналів цієї системи. До виконавчих механізмів відносяться: регулятори, клапани, серводвигуни, синхронні двигуни, асинхронні двигуни, муфти і тому подібне.

Жоден пристрій не буде працювати без джерела енергії, тобто без двигуна. Двигун буде подавати електроенергію на вентилятор який подає пар у камеру сушіння а також на транспортну стрічку щоб льонотреста рухалася по тунелю сушіння [10, 12, 13, 15, 16, 17]. Двигун зображений на Рисунку 3.1.

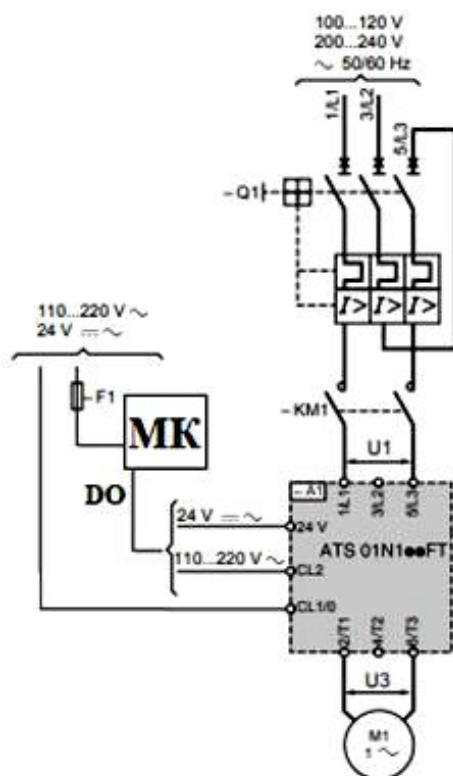


Рисунок 3.1 – Електродвигун

Характеристика пристрою:

1. Тип двигуна- асинхронний;
2. Кількість фаз- 3 фази;
3. Номінальний струм-29,4 А;
4. Напруга -0,38 кВ;
5. Потужність- 15 кВт;
6. Частота обертання- 1465 об/хв;
7. Коефіцієнт корисної дії- 89,7 %;
8. Захист – IP55;
9. Клас енергоефективності- IE2;
10. Вага- 105 кг;

Також у системі керування сушіння трести у сушарці каналного типу буде використовуватися кроковий двигун. Кроковий двигун- електричний двигун в якому імпульсне живлення електричним струмом призводить до того ,

що ротор не обертається неперервно, а виконує оберт на заданий кут. Кут повороту ротора залежний від числа імпульсів струму які на нього подаються, а кутова швидкість дорівнює частоті імпульсів яка помножена на кут повороту ротора за один цикл роботи двигуна.

Кроковий двигун буде використовуватися для роботи клапану. Це необхідно для того щоб точно контролювати на скільки відкритий чи закритий клапан. Це необхідно щоб контролювати у камері сушіння вологість і температуру. Це буде виглядати наступним чином: Якщо необхідно зменшити вологість або температуру у камері то необхідно зменшити подачу пару, тобто частково або повністю закрити клапан, щоб зменшився потік пару який виходить з котла і відповідно зменшується концентрація пару у камері сушіння і охолоджується середовище у камері.

Якщо необхідно збільшити параметри середовище у камері сушіння, то необхідно сильніше відкрити клапан і це призведе до того що кількість пару який заходить у камеру збільшиться що призведе до того що концентрація гарячого пару збільшиться, а отже буде збільшена вологість і температура. Кроковий двигун зображений на Рисунку 3.2.

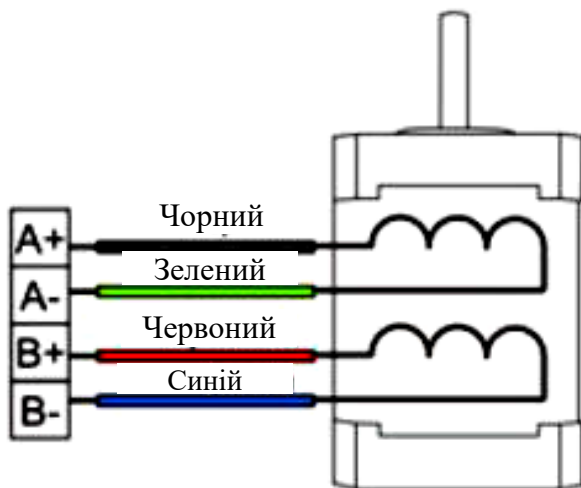


Рисунок 3.2 - Кроковий двигун

Особливості приводу:

1. Відсутність вібрацій при зміні від нульової швидкості до максимальної;
2. Не відбувається втрата кроку через замкнутість системи;

Щоб запобігти втраті кроків у крокового двигуна і забезпечити високу точність двигуна необхідно використовувати привід. Якщо використовувати привід то при збільшенні швидкості, то крутний момент буде значно менший ніж у звичайного крокового двигуна без використання приводу.

3. Регулювання струму автоматичне(в залежності від навантаження);
4. Крутний момент на високих швидкостях менший ніж на звичайному кроковому двигуні;
5. Частота імпульсів може досягати 200 кГц.

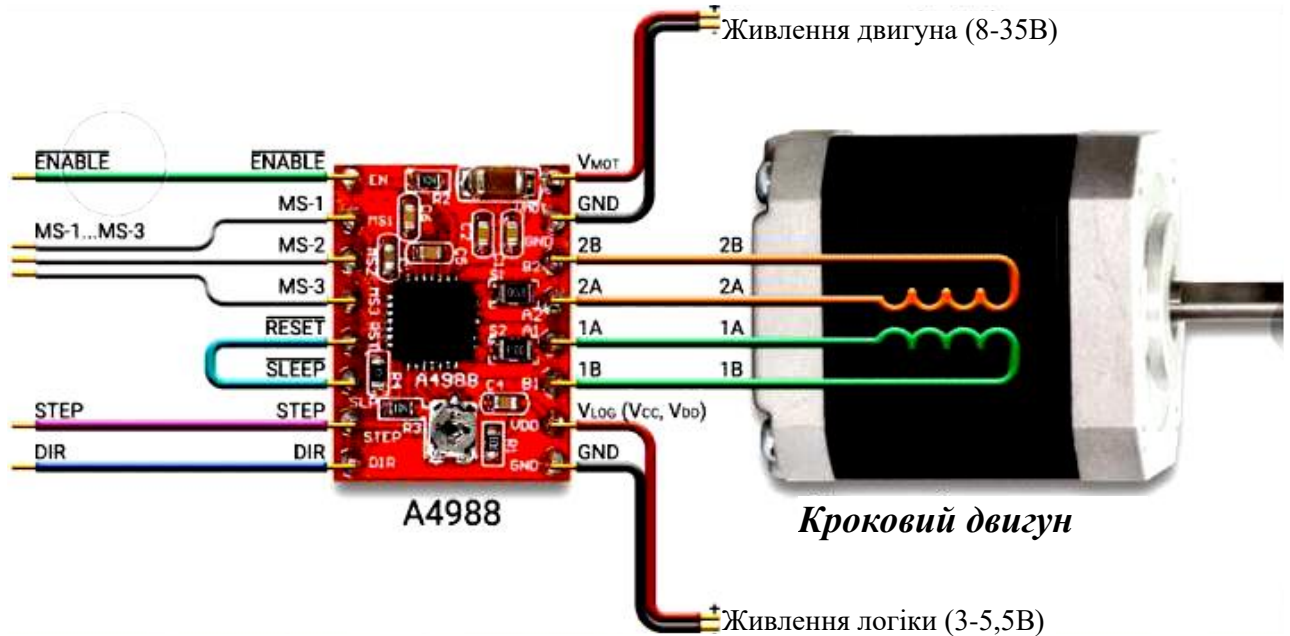


Рисунок 3.3 – Привід для крокового двигуна

Для контролю кількості повітря яке подається до камери сушіння необхідно щоб був пристрій за допомогою якого можна за необхідності збільшити кількість подачі повітря або зменшити, також має бути можливість повністю припинити подачу [10, 17]. Для цієї задачі обраний електромагнітний клапан схема підключення якого зображена на Рисунку 3.4.

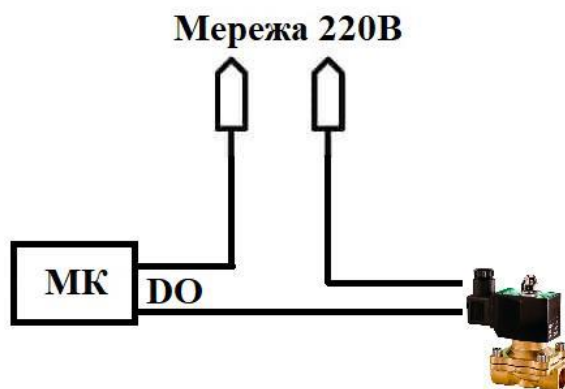
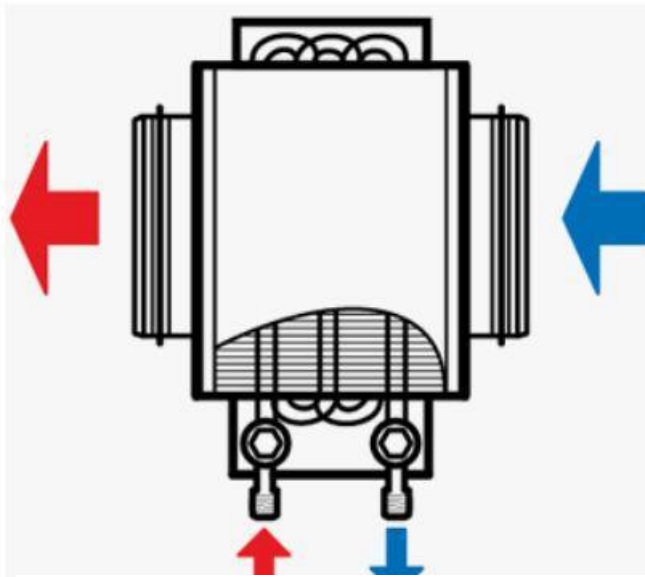


Рисунок 3.4 - Схема підключення електромагнітного клапана

Також для того щоб подати пар у камеру сушіння крім котла з паром і електромагнітного клапану необхідний пристрій який закачає повітря у камеру . Для даної цілі можна використати каналний вентилятор або калорифер. В чому перевага кожна з цих приладів: у каналного вентилятора більша потужність, тобто зо один і той самий

проміжок часу вентилятор закачає у камеру більший об'єм повітря, але перевага калорифера в тому що він при закачуванні його у камеру додатково підігріває. Це буде корисно тому що коли пар проходить трубу, клапан частина теплової енергії віддається у навколишнє середовище, тому щоб цю втрату компенсувати можна використати калорифер. Тепер детальніше про калорифер та вентилятор.

Наступний пристрій який закачує повітря у камеру сушіння це калорифер. Він зображений на Рисунку 3.5.



Рисунк 3.5 - Промисловий калорифер

Водяний нагрівач припливного повітря складається з корпусу, який виконаний з оцинкованої сталі і теплообмінник, з мідних трубок, поверхня теплообміну - з алюмінієвих пластин. Для герметичного з'єднання з повітроводами нагрівачі забезпечені гумовими ущільнювачами. Нагрівачі випускаються в двох-або чотирирядною виконанні і призначені для експлуатації при максимальному

робочому тиску 1,6 МПа (16 бар) і максимальній робочій температурі води + 100 °С. На вихідному колекторі нагрівача передбачений патрубков для установки давача вимірювання температури.

Для того щоб керувати витяжкою для виведення пару потужності крокового двигуна недостатньо, достатню потужність має МЕО - механізм електричний однооборотний. Він зображений на Рисунку 3.6.

Його принцип роботи полягає в наступному: з керуючого або регулюючого органу подається електричний сигнал який перетворюється в обертальне переміщення вихідного валу.

Також для того щоб двигуни працювали без різких перепадів напруги тобто плавно запускалися і зупинялися необхідно використовувати.

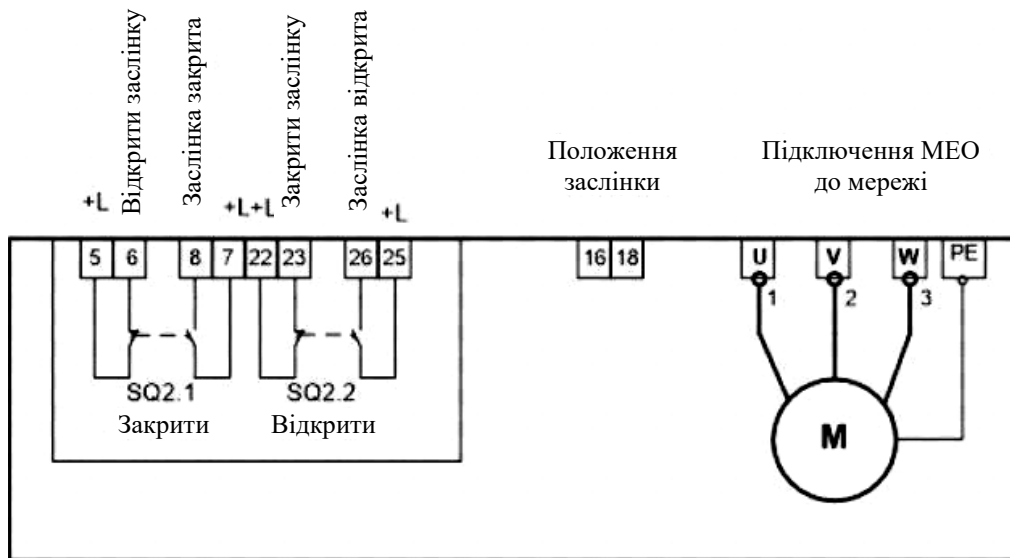


Рисунок 3.6 - Механізм електричний однооборотний

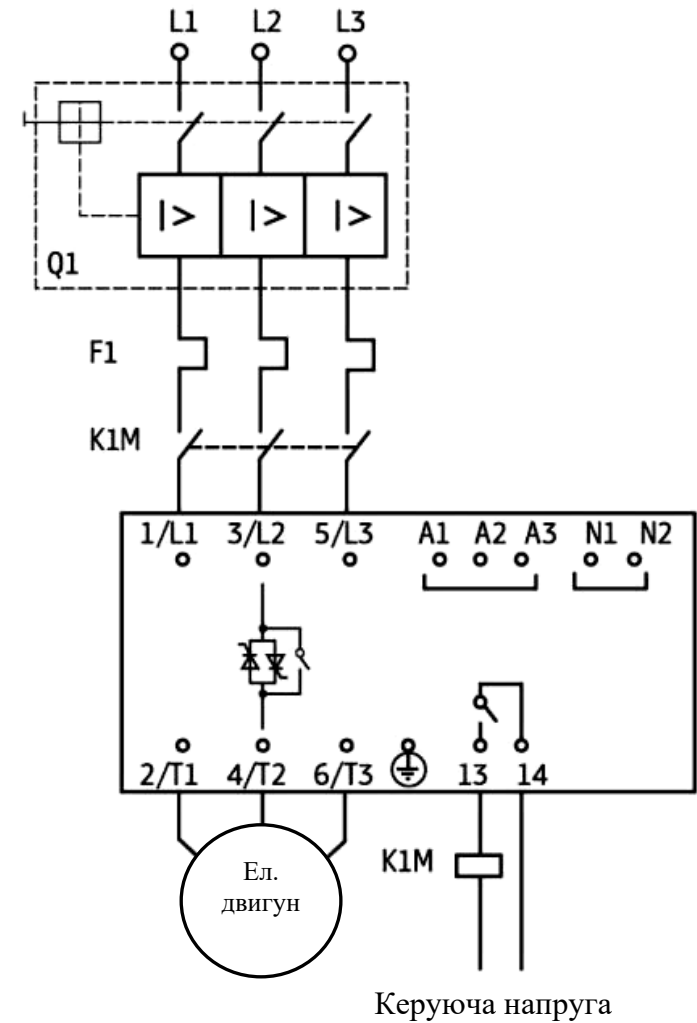


Рисунок 3.7 - Пристрій плавного пуску (схема підключення)

Пристрій Плавного Пуску. Пристрій плавного пуску - це для плавного пуску чи зупинки асинхронних двигунів . Зображений на Рисунку 3.7.

Переваги використання [15, 16]:

1. Плавний пуск двигуна, плавне гальмування;
2. Регулювання моменту, зменшення пускового струму;
3. Для механічних частин усунення ривків;
4. Зменшення перегріву і перевантаження двигуна;
5. Для електродвигунів зменшення електричних втрат.

3.2. Вибір програмно-логічного контролера

Програмно-логічний контролер (ПЛК) - це мікропроцесорний пристрій задача якого збір, перетворення, обробка, зберігання інформації і створення керуючих сигналів для датчиків та виконавчих механізмів які підключені до нього і об'єкту керування у режимі реального часу [10, 12].

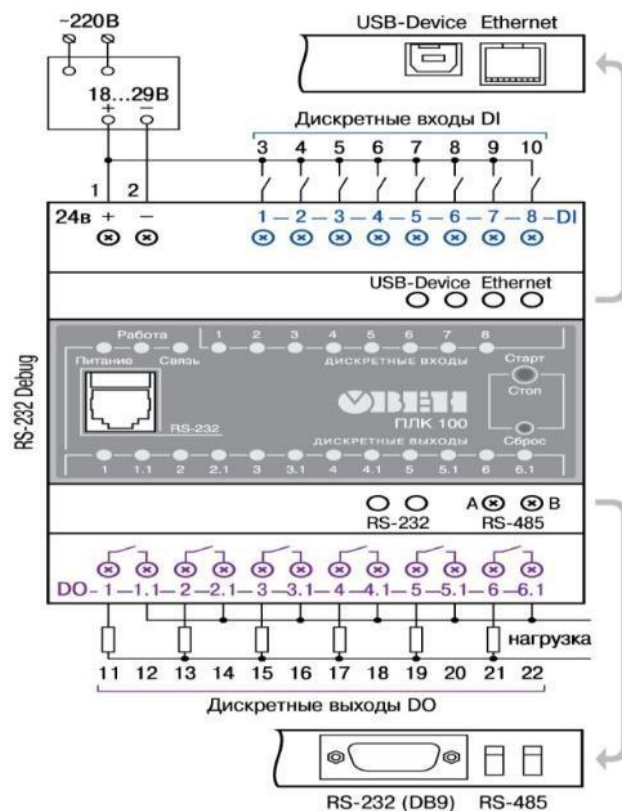


Рисунок 3.8 – Програмно-логічний контролер (ПЛК-100 ОВЕН)

У розробці систем автоматизованого керування процесом сушіння добре себе зарекомендував ПЛК 100 ОВЕН прикладом цього може бути система автоматизації сушильної камери для деревини. ПЛК-100 моноблочний програмований контролер з дискретними входами і виходами потрібний для побудови систем керування та контролю технологічними об'єктами на малих і середніх об'єктах . ПЛК зображено на Рисунку 3.8.

Особливості ПЛК:

1. Компактний корпус з кріпленням на DIN-рейку.
2. Дискретні входи-виходи.
3. Два варіанта живлення - 220 В змінного струмі і 24 В постійного струму.
4. Збільшення кількості точок введення та виведення здійснюється за рахунок підключення зовнішніх модулів через інтегрований інтерфейс.
5. Інтегрований годинник реального часу.
6. Вбудована батарея яка дозволяє коректно зберігати дані при раптовому відключенні джерела живлення.

Для того щоб підтвердити свій вибір необхідно порівняти цей ПЛК з іншими. Таблиця порівняння показана на таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Порівняння ПЛК

| Тип ПЛК | ПЛК 100 | ПЛК 160 | DL 205 |
|----------------------|---------------------------|---|-------------------------|
| Виробник | ОВЕН | ОВЕН | PLCDirect |
| Країна | Україна | Україна | США |
| Діапазон температури | -20 до +70 ⁰ С | -40 ⁰ до + 55 ⁰ С | 0 до +60 ⁰ С |
| К-сть каналів | До 12 | 4/8/12/16 | 4/8/12/16 |
| Розміри | 105*90*65 | 208*110*83 | 90*28*75 |
| Вага модуля | 150-230 | 200-310 | 65-80 |

Як показано в таблиці інші ПЛК потужніші і мають більший функціонал у порівнянні з ПЛК 100, але враховуючи деталі цієї системи то зрозуміло що у більш потужних ПЛК немає необхідності, а отже обравши ПЛК 100 отримуємо додаткову перевагу у економічній частині розробки системи.

Для того щоб розділити навантаження на ПЛК, пропоную розділити систему на дві підсистеми і на кожну з них взяти окремо ПЛК.

Підсистеми: 1 - Температурний режим; 2 - Керування приводом.

Враховуючи число датчиків у системі, то для того щоб ПЛК вчасно їх отримували дані з датчиків, тобто вони не будуть застарілими, потрібно використати блок вводу аналогових сигналів (Рисунок 3.9).

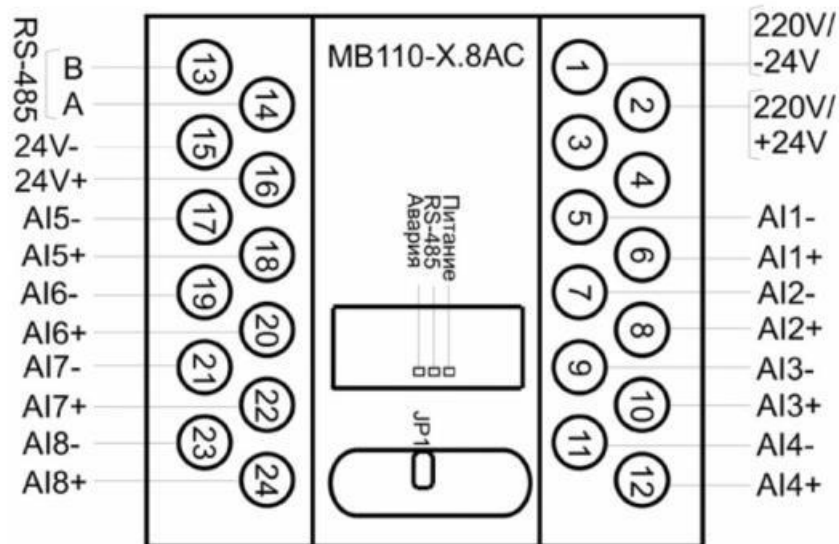


Рисунок 3.9 - Блок вводу аналогових сигналів

Блок MB110-8AC має 8 каналів аналогового вводу.

Технічні характеристики:

1. Уніфіковані сигнали: 4-20 мА, 0-20 мА, 0-10В.
2. Потужність - 8 Ват;
3. Похибка вимірювань - 0,25%;
4. Період оновлення результатів після вимірювання - 5 мс \pm 2%;
5. Вхідний опір при струмі 0-20 і 4-20 мА: 130-250 Ом;
6. Вхідний опір при напрузі 0-10В -200 Ом;
7. Розміри – 63*110*73 мм \pm 1мм;

8. Вага - 0,5 кг.

Для того щоб виводити дані які передають датчики та виконавчі механізми у зрозумілій для оператора формі необхідна панель оператора на яку дані будуть виводитися. Можна зробити велику панель керування де буде велика кількість кнопок та індикаторів, але це буде не практично, краще обрати сенсорну панель . Вона невелика розміром, отже не займатиме багато місця, а також на неї можна завантажити програму яка буде графічно відображувати процес і показувати дані [10, 12]. Сенсорна панель і її схема роботи показана на Рисунок 3.10.

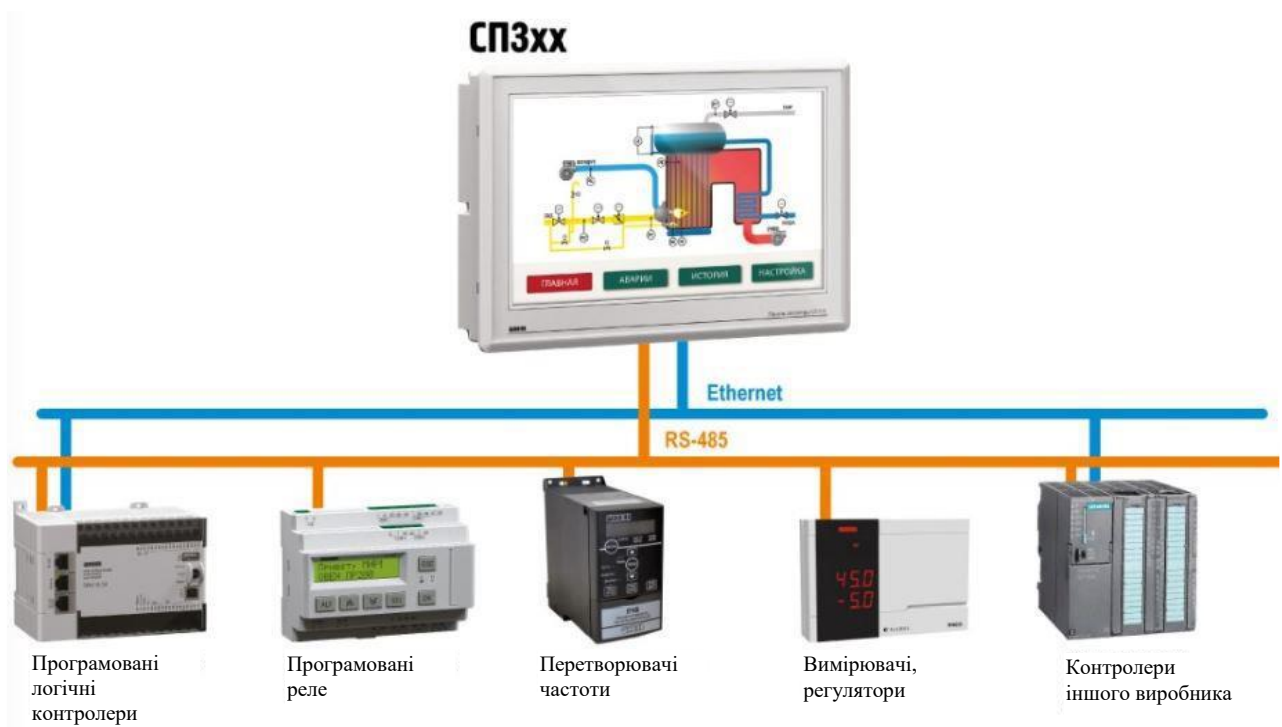


Рисунок 3.10 – Схема підключення сенсорної панелі

Функціональні особливості панелі: 1.Завантаження програми через USB кабель; 2.Створення скриптів; 3.Налаштування рівнів доступу.

Для того щоб зв'язати в одну систему ПЛК датчики і виконавчі механізми необхідний інтерфейс по якому будуть передаватися дані . Наприклад: Датчики вологи та температури на ПЛК подали сигнал який каже про те що у камері сушіння змінилися параметри так що вони не відповідають заданим нормам , тоді ПЛК подає на виконавчі пристрої керуючі сигнали щоб виправити

порушення . Виконавчі механізми виконують задану їм функцію і на ПЛК знову проводить опитування давачів про стан середовища у камері сушіння.

Як інтерфейс системи пропоную використовувати Ethernet.

Ця мережа побудована на базі витих пар та оптоволоконних кабелів .

Принцип роботи полягає в наступному: Перед відправкою інформації вона розбивається на сегменти від 72 до 1526 байт . До кожного сегменту додається заголовок(адреса відправника та адреса отримувача) та сегмент з контрольною сумою для запобігання помилок. Якщо середовище для передачі даних на момент передачі зайняте, то передача буде відкладена і через невеликий проміжок часу процедура повториться .

Всі пристрої які під'єднані до мережі аналізують заголовки пакетів і даних. Пристрій адреса якого співпадає з адресом пакету даних прийме, в той час інші пристрої цей пакет даних проігнорують. Якщо брати мінімальний розмір пакетів даних, а це 64 байти, та максимальна швидкість передачі даних 14881 кадрів в секунду.

3.3. Візуальне відображення процесу сушіння завдяки системі SCADA

SCADA система – це комп'ютерно візуально графічне відображення процесу. З можливістю слідкувати за ходом протікання процесу у реальному часі. Іншими словами це мнемо схема. Схема відображує положення давачів виконавчих механізмів [10, 12].

Графічне відображення процесу сушіння сировини показано на Рисунку 3.11.

Одного графічного відображення недостатньо, потрібна ще панель оператора, на яку будуть виводитися показники і системи , а також з якої оператор зможе задати керуючі впливи. Панель оператора зображена на Рисунку 3.12.



Рисунок 3.11 – Інтерфейс комп'ютерно візуально-графічної системи SCADA

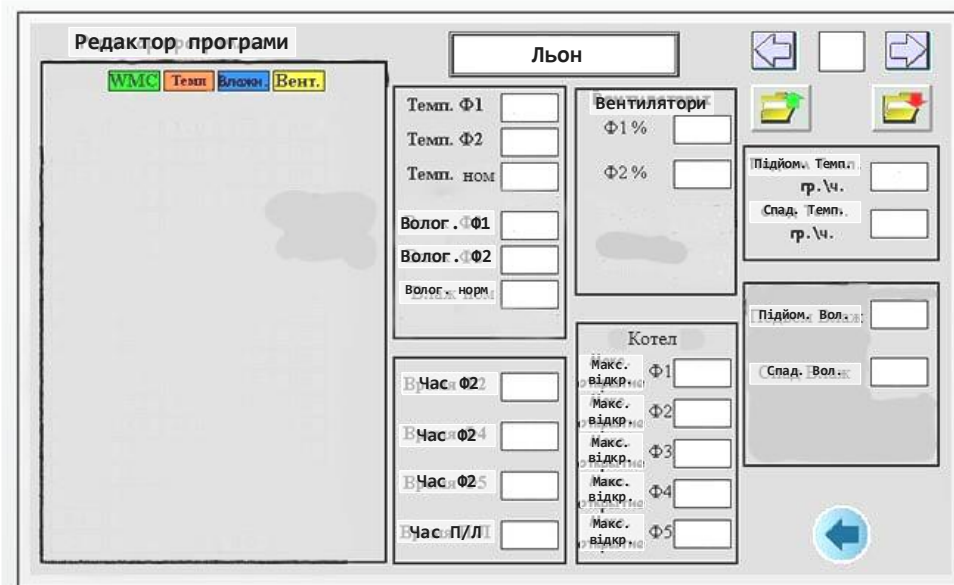


Рисунок 3.12 – Інтерфейс панелі оператора SCADA

Процес відбувається таким чином: показники з датчиків виводяться на екран і якщо від оператора немає команд, то система перевіряє чи показники відповідають допустимому діапазону. Якщо так то нічого не змінюється, у випадку коли показники порушують допустимий діапазон, то система подає відповідні керуючі сигнали, щоб параметри повернулись до норми. Керуючими сигналами може бути прискорення або зменшення швидкості транспортеру, відкриття або закриття клапану чи витяжки та інші.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Структурно-функціональний аналіз виробничого процесу та розроблення моделі травмонебезпечних ситуацій

У зображеннях процесів формування, виникнення аварій та виробничих травм усі випадкові події, що утворюють конкретну аварійну ситуацію, пов'язані між собою причинно-наслідковими зв'язками.

Метод логічного моделювання потенційних аварій, травм та катастроф відкриває можливість розробити досконалу систему управління ОП виробництва, яка базується на оперативному пошуку виробничих небезпек, їх глибокому аналізу й терміновому прийнятті заходів для усунення потенційних небезпек ще до виникнення травмонебезпечних та катастрофічних ситуацій [3, 6, 8]. Деякі небезпечні ситуації в табл. 4.1.

Працівники, що обслуговують електрообладнання вениляційної системи, зобов'язані знати Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів відповідно до займаної посади або роботи, як вони виконують, і мати відповідну групу з електробезпеки.

Працівники, що порушили вимоги Правил безпечної експлуатації електроустановок, усуваються від роботи і несуть відповідальність (дисциплінарну, адміністративну, кримінальну) згідно з чинним законодавством. Такі працівники не допускаються до робіт в електроустановках без позачергової перевірки знань вимог правил безпечної експлуатації електроустановок.

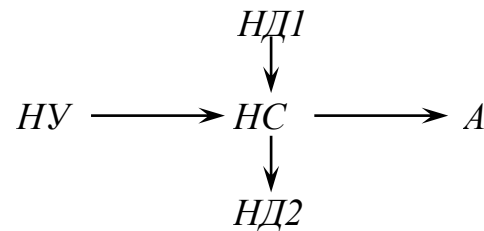
Забороняється допускати до роботи в електроустановках осіб, які не пройшли навчання і перевірку знань Правил безпечної експлуатації електроустановок.

Працівнику, який пройшов перевірку знань Правил безпечної експлуатації електроустановок, видається посвідчення встановленої форми.

Таблиця 4.1. Моделювання процесів формування та виникнення травмонебезпечних і аварійних ситуацій

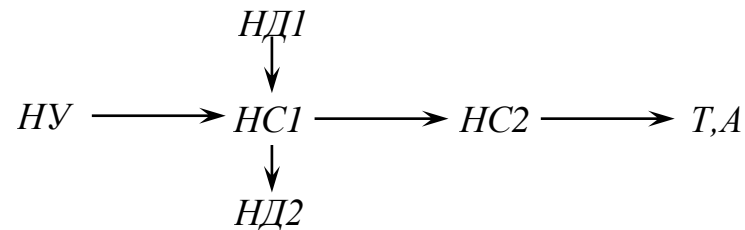
| Вид робіт | Виробнича безпека | | | Можливі наслідки | Заходи запобігання небезпечним ситуаціям |
|------------------------------------|-------------------------------------|--|--|------------------|--|
| | Небезпечна умова (НУ) | Небезпечна дія (НД) | Небезпечна ситуація (НС) | | |
| Використання механічної вентиляції | Оператор не перевіряв обладнання НУ | Пошкоджений трубопровід мережі НД1 Закупорений трубопровід шланга НД2 | Відмова вентиляційної системи (двигуна) НС | Аварія | Розвісити плакати, провести інструктажі із експлуатації обладнання системи |

Модель процесу:



| | | | | | |
|--|--|---|---|------------------|---|
| Використання електронних пристроїв регулювання | Пошкоджена ізоляція провідників з'єднання НУ | Пробій на корпус НД1 Коротке замикання НД2 | Ураження людини електричним струмом НС1 Виведення обладнання із ладу НС2 | Травма Аварія | Заміна провідників, установлення захисного обладнання (запобіжників, захист від ураження людини струмом) тощо |
|--|--|---|---|------------------|---|

Модель процесу:



Посвідчення про перевірку знань працівника є документом, який засвідчує право на самостійну роботу в електроустановках на зазначеній посаді за фахом [3, 6, 8].

4.2. Вимоги техніки безпеки під час роботи обладнання та протипожежні заходи

Вимоги правил техніки безпеки перед початком роботи. Для початку роботи пов'язаної з вентиляцією вимикають рубильники або автоматичні вимикачі щита низької напруги, запирають шафу і вивішують попереджувальні плакати. Також повинні бути основні захисні засоби до яких належать такі, ізоляція яких надійно захищає від робочої напруги мережі і за допомогою яких можна дотикатися до струмопровідних частин, що перебувають під напругою, без небезпеки ураження електричним струмом (інструмент з ізольованими ручками, ізолюючі струмовимірювальні кліщі, діелектричні рукавиці) [3, 6, 8].

Вимоги правил техніки безпеки під час роботи. Виконавши ці операції, надівають діелектричні рукавиці і за допомогою покажчика напруги перевіряють відсутність напруги на всіх фазах. Потім, приєднавши один кінець переносного заземлення до заземлюючого пристрою, накладають його на струмоведучі частини. Після цього остаточно приступають до роботи.

Вимоги правил техніки після закінчення роботи. Після закінчення роботи системи перед її вимиканням необхідно виконати такі технічні операції: перевірити надійність кріплення, зняти переносні тимчасові заземлення, відімкнути щит низької напруги і зняти плакати з техніки безпеки; якщо тимчасове переносне заземлення встановлене на лінії, його також треба зняти тощо.

Протипожежні заходи на об'єкті. Для запобігання пожеж на об'єкті розроблено організаційні, експлуатаційні, технічні режимного характеру, пожежно-евакуаційні, профілактичні заходи. До організаційних заходів

відносяться правила розміщення машин, що обслуговують приміщення, обладнання, матеріалів з дотримання певних проходів, не допускається захаращення приміщень, проходів і т.д.

4.3. Розрахунок штучного заземлення

Вибір штучного заземлення проводиться в залежності від характеру ґрунту і способу забивання стержнів [21]. Розраховуємо заземлюючий контур підстанції напругою 10/0,4 кВ з глухозаземленою нейтраллю. Характер ґрунту – чорнозем з $\rho = 2 \cdot 10^4$ Ом·см. Кліматична зона – IV ($K_c = 1,2$, $K_n = 1,5$). Струм замикання на землю в мережі становить 50 А.

В відповідності з діючими правилами, опір заземлюючого пристрою повинен становити [3, 6, 8]:

$$R = \frac{125}{I_z} = \frac{125}{50} = 2,5 \text{ Ом}, \quad (4.1)$$

де I_z – струм замикання на землю, А.

Приймаємо 3 Ом. Контур заземлення розміщуємо в ряд з $a = 5$ м, $l = 2,5$ м. В якості стержневого заземлювача приймаємо кутникові сталь 50x50x5 мм, а протяжного – пластинчасту сталь 40x4 мм.

Опір одиночного стержня становить:

$$R_o = 0.00318 \rho \cdot K_c, \text{ Ом} \quad (4.2)$$

де K_c – коефіцієнт сезонності для стержневого заземлювача ($K_c = 1,2$).

$$R_o = 0.00318 \cdot 2 \cdot 10^4 \cdot 1.2 = 76.32 \text{ Ом}.$$

Число стержнів приймаємо 15. При цьому коефіцієнт використання стержневих заземлювачів становить $\eta_c = 0,7$. Опір всіх стержнів розтікання струму становить:

$$R_c = \frac{R_o}{n \cdot \eta_c}, \text{ Ом}, \quad (4.3)$$

де n – число стержнів, шт.

$$R_c = \frac{76.32}{15 \cdot 0.7} = 7.3 \text{ Ом}.$$

Довжина протяжного заземлювача становить $l = 35$ м (3500 см); приймаємо $t = 50$ см, $b = 0,4$ см. Опір протяжного заземлювача становить:

$$R_{np} = \frac{0,366}{l} \cdot \rho \cdot 2 \cdot \lg \frac{2 \cdot l^2}{t \cdot b}, \text{ Ом} \quad (4.4)$$

$$R_{np} = \frac{0,366}{3500} \cdot 1,2 \cdot 10^4 \cdot 2 \cdot \lg \frac{2 \cdot 3500^2}{0,4 \cdot 50} = 3,2 \text{ Ом}$$

Коефіцієнт використання протяжного заземлювача $\eta_n = 0,71$. Дійсний опір протяжного заземлення становить:

$$R_n = \frac{R_{np}}{\eta_n} = \frac{3,2}{0,71} = 4,5 \text{ Ом} \quad (4.5)$$

Опір всього заземлюючого пристрою становить:

$$R_u = \frac{R_c \cdot R_n}{R_c + R_n} = \frac{4.5 \cdot 7.3}{4.5 + 7.3} = 2.78 < 3 \text{ Ом} \quad (4.6)$$

Отже, число стержнів вибрано вірно.

4.4. Захист цивільного населення

Забезпечення захисту населення і території у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій є одним з найважливіших завдань не лише підприємства, але й цілої держави. Актуальність проблеми забезпечення природо-техногенної безпеки населення і території зумовлена тенденціями зростання втрат людей і шкоди територіям, що спричиняються небезпечними природними явищами, промисловими аваріями і катастрофами [3, 6, 8].

Інженерний захист проводиться з метою виконання вимог ІТЗ із питань забудови міст, розміщення ПНО, будівлі будинків, інженерних споруд та інше.

Медичний захист проводиться для зменшення ступеня ураження людей, своєчасного надання допомоги постраждалим та їх лікування, забезпечення епідеміологічного благополуччя в районах надзвичайних ситуацій.

Біологічний захист включає своєчасне виявлення чинників біологічного зараження, їх характеру і масштабів, проведення комплексу адміністративно-господарських, режимно-обмежувальних і спеціальних протиепідемічних та медичних заходів.

Радіаційний і хімічний захист включає заходи щодо виявлення і оцінки радіаційної та хімічної обстановки, організацію і здійснення дозиметричного та хімічного контролю, розроблення типових режимів радіаційного захисту, забезпечення засобами індивідуального захисту, організацію і проведення спеціальної обробки.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Сушіння – це процес термічної обробки матеріалу з метою зниження його вологості, в результаті чого покращується якість продукції, запобігається його псуванню і злежуванню, знижується вага та покращуються умови транспортування і зберігання.

Вологі матеріали сушать різними способами, які можна звести до двох основних принципів: 1) Видалення вологи з матеріалу без зміни її агрегатного стану, 2) Видалення вологи з матеріалу зі зміною її агрегатного стану.

Класифікація методів сушіння включає два принципи зневоднення - механічне видалення вологи і сорбційне сушіння. Зокрема, механічний спосіб зневоднення застосовується при наявності вільної вологи. При цьому способі вільна волога видаляється шляхом механічної дії на матеріал – віджиму при фільтрованні, або внаслідок дії на вологу сили тяжіння. Сорбційний спосіб застосовують головним чином для сипких матеріалів, які зовсім не витримують термічного сушіння, або при нагріванні утрачають цінні властивості. При сорбційному сушінні вологий матеріал змішують з вологопоглиначем та витримують в продовж визначеного часу. Цей же принцип використовується при змішуванні вологого матеріалу з більш сухим. При цьому частина вологи переходить від більш вологого матеріалу до менш вологого та вологість всього матеріалу вирівнюється.

Процес сушки льон-трести являє собою тунель(канал) який складається з 13 П-подібних камер і у кожній підтримується однакові параметри, ми розглядаємо лиш одну камеру. Пар у камеру подається по трубі від котла у якому цей пар генерується, який потім вентилятор розсіює по камері. Також є витяжка по якій виходить пар і для охолодження запускається холодне повітря. Таким чином відбувається регулювання вологості та температури у камері сушіння. Всередині каналу по всій його довжині розташований транспортер по якому рухається об'єкт управління.

В кваліфікаційній роботі розроблена система автоматичного керування процесу сушіння трести льону у сушарці каналного типу.

Для розробки системи виконані наступні пункти:

1. Проанлізовані сучасні способи сушіння льоно-трести при використанні сушильних агрегатів камерного типу і альтернативні способи сушіння;
2. Розроблена схема інформаційно-матеріальних потоків;
3. Розроблені контури керування і таблиця вхідних-вихідних сигналів;
4. Розроблена функціональна схема автоматизації;
5. Підібрані виконавчі механізми та давачі;
6. Підібраний програмно-логічний контролер та інтерфейс.

У розробці систем автоматизованого керування процесом сушіння добре себе зарекомендував ПЛК 100 ОВЕН прикладом цього може бути система автоматизації сушильної камери для деревини. ПЛК-100 моноблочний програмований контролер з дискретними входами і виходами потрібний для побудови систем керування та контролю технологічними об'єктами на малих і середніх об'єктах .

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гербей В.М. Основи проектування сушильних цехів в деревообробній промисловості. К.: Нова Прінт. 1996. 226 с.
2. Горач О.О. Удосконалення технології одержання трести з соломи льону олійного з використанням штучного зволоження: дис.... канд. тех. наук: 05.18.01 / Горач Ольга Олексіївна. Херсон, 2009. 206 с.
3. Гряник Г.М. Охорона праці / [Гряник Г.М., Лехман С.Д., Бутко Д.А. та ін.]. К. : Урожай, 2014. 273 с.
4. Довідник нормативних документів у сфері охорони праці, пожежної безпеки, гігієни праці та соціального страхування від нещасних випадків / К.: Фонд соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань України, 2009. 244 с.
5. Ігнатенко П. Л., Ігнатенко О. А., Сапон С. П. Аналіз якості сушіння пилома-теріалів на заключному етапі технологічного процесу сушіння Технічні науки та технології. - **2016**. - № 3. - С. 204-209.
6. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці / Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В. [5-е вид.]. Львів : Афіша, 2010. 350 с.
7. Конвеєрні сушарки (серія Т)
URL://www.scolari.com.ua/produkty/susharki/konveierni/
8. Лехман С.Д. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві / Лехман С.Д., Рубльов В.І., Рябцев В.І. К. : Урожай, 2013. 270 с.
9. Льонарство: підручник / [В.Г. Дідора, А.С. Малиновський, О.А. Дереча, М.Ф. Рибак, І.Ю. Деробон, С.М. В'юнцов], за ред. В.Г. Дідори - Житомир: Видавництво ДВНЗ Житомирський національний агроекологічний університет, 2008. 488 с .
10. ОВЕН. Каталог продукції 2017. URL: <https://owen.ua>
11. Поберейко Б. П., Флуд Л. О., Мокрицький А. А. Контроль різниці фактичних та допустимих значень перепаду вологи за товщиною висушеного пиломатеріалу/. Науковий вісник НЛТУ України. **2017**. Вип. 27(6). С. 135–138.

12. Промислова автоматика. Система SCADA. 2024. URL: <https://svitovyr.ua/SCADA/>
13. Промисловий датчик рН (електрод) Atlas Scientific, США. URL: <https://atlas-scientific.com/probes/industrial-ph-probe/>
14. Сай В.А. Отримання однотипного неорієнтованого волокна із льону / В.А. Сай, Т.О. Кузьміна // Вестник Херсонського національного технічного університету. 2010. №1(37). С. 162 – 165.
15. Сушильна камера Incoplan 3000. 2019. URL: <https://leadermash.ua/product/derevoobrobka/sushylni-kamery-i-kotly/sushylna-kamera-incoplan-sm3000-40m3/>
16. Термопара к типу URL: <https://uamper.com/> Датчик-датчик-температури-термоелемент-термопара-ТХА-К-типу
17. John D. Drying Wood with a Solar Kiln - Plans Included / Davidson John., 2016. – 55 с.
18. Milota, M.; Puettmann, M. 2017. Life-cycle assessment for the cradle-to-gate production of softwood lumber in the Pacific Northwest and southeast regions. Forest Products Journal. 67(5/6): 331–342.
19. Research into New Uses of Natural Fibres FAO Consultation on Fibres, Познань, Польща, INF, 2001. 326.