

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 технічних конопель**»

(Дипломний проект)

Керівник проекту:

к.т.н., доцент

Кулінченко Г.В.

Дипломник:

студент гр. СУ-61

Велічай Б.В.

Суми – 2020

Ном.поз	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	№ екз.	Примітки
			<u>Документація</u> <u>загальна</u>			
			<u>Застосована</u>			
1	A4		Завдання кафедри	2		
			<u>Новорозроблена</u>			
2	A4	ТЗ	Технічне завдання	3		
3	A4		Реферат	1		
4	A4	СУ 61 6.050201.ПЗ	Пояснювальна записка	40		
			<u>Документація конструкторська</u>			
			<u>Новозроблена</u>			
5	A3	СУ-61. 6.050201.E2	Функціональна схема сушильного апарату	1		

					СУ-61.6.151. ДП		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Велічай Б.В.			Літ.	Арк.	Аркуше
Перевір.		Кулінченко Г.В.				2	4
Реценз.					СумДУ СУ-61		
Н. Контр.							
Затверд.							
					Автоматизації процесу сушіння технічних конопель		

РЕФЕРАТ

Велічай Богдан Васильович. Автоматизація процесу сушіння технічних конопель. Дипломний проект. Сумський Державний Університет . Суми 2020 р.

Дипломний проект містить 42 аркушів пояснювальної записки, 25 рисунків, 4 таблиці ; конструкторську документацію що містить 1 креслення. При виконанні дипломного проекту було використано 10 джерел. У пояснювальній записці приведена коротка характеристика і опис роботи агрегату а також спосіб автоматизації – процес сушіння технічних конопель у сушарці каналного типу. Показані датчики та виконавчі механізми які застосовуються, також розроблена функціональна схема автоматизації .

ABSTRACT

Velichay Bogdan Vasilovich. Automation of the process of drying technical hemp. Diploma project. Sumy State University. Sumy, 2020

The diploma project contains 44 sheets of explanatory note, 27 figures, 4 tables; design documentation containing 1 drawing. 10 sources were used in the implementation of the diploma project. The explanatory note provides a brief description and description of the operation of the unit, as well as the method of automation - the process of drying technical hemp in a dryer channel type. The sensors and actuators used are shown, the functional scheme of automation is also developed.

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломного проекту
Автоматизація процесу сушіння технічних конопель

Керівник проекту:

Кулінченко
Г.В.

Проектант:

студент групи СУ-61

Велічай Б.В

Суми – 2020

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ВСТУП

1. ОПИС ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕСУ

1.1. ОПИС ПРОЦЕСУ

1.2. ОЦІНКА НАПРЯМКІВ МОДЕРНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ

1.3. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ

2. АНАЛІЗ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗАДАЧ КЕРУВАННЯ

2.1. КОНТУРИ КЕРУВАННЯ

2.2. ТАБЛИЦЯ ВХІДНИ-ВИХІДНИХ СИГНАЛІВ

2.3. ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА КЕРУВАННЯ

3. ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

3.1. ДАВАЧІ

3.2. ВИКОНАВЧІ МЕХАНІЗМИ

3.3. ПРОГРАМНО-ЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЛЕР

4. SCADA система

ВИСНОВОК

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

					СУ-61.6.151. ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Велічай Б.В.			Автоматизації процесу сушіння технічних конопель	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		Кулінченко Г.В.					2	43
Реценз.						СумДУ СУ-61		
Н. Контр.								
Затверд.								

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ТК-технічні коноплі

ПЛК-програмно-логічний контролер

ФСА-функціональна схема автоматизації

МЕО-механізм електричний однооборотний

ППП-пристрій плавного пуску

ІМП-інформаційно-матеріальні потоки

					СУ-61.6.151. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

ВСТУП

У сучасному світі одним з важливих питань є екологія, тому і речі виготовлені з екологічно чистих матеріалів цінуються більше інших. А конопля це один з найбільш екологічно чистих продуктів який використовується у багатьох сферах починаючи з одягу закінчуючи лікарськими засобами. Саме тому я вибрав темою дипломної роботи один з процесів первинної обробки технічних конопель. А саме процес сушіння технічних конопель. Аналіз технологічних і технічних параметрів сушильних машин створених і встановлених на підприємствах первинної обробки дозволили виявити стійку тенденцію збільшення встановленої потужності електродвигунів і витрат теплової енергії на випари вологи при низькій якості сушки. В зв'язку з чим виникла об'єктивна необхідність створення сушарок нового покоління з покращеними технічними та технологічними характеристиками для сушки як в кіпах так і рулонах.

					СУ-61.6.151. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

1.ОПИС ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕСУ

1.1.ОПИС ПРОЦЕСУ

Процес сушіння технічної коноплі- це процес зменшення відсотку вологості у кіпі стебел для того щоб у подальшому більш якісно відділити волокну частину від дерев'яної .

«Існує три способи видалення вологи з мокрої трести:

- 1)Штучне сушіння мокрої трести у агрегатах для сушіння на заводах первинної обробки;
- 2) Природне сушіння на заводських полях(в теплий час) з подальшою підсушкою сировини в сушильних агрегатах на заводах первинної обробки;
- 3) Природне сушіння конопель у кіпах, в тюках в теплий час з подальшою підсушкою у промислових сушильних агрегатах;»[8]

Є два типи агрегатів для сушіння : каналний і камерний.

«Камерні сушильні апарати розраховані зменшення відсотку вологи стебел конопель попередньо підсушених у природніх умовах , а також сушку відходів.

Є чотири типи сушильних агрегатів даного типу: 6,8,9 і 16 камер.» [3] Кожний апарат споряджений вентиляторами низького тиску і калориферами. Камери площею від 80,1 до 113,6 м² в залежності від типу. Коноплі завантажують вертикально на ряди колосників, розташованих один над одним. Щільність завантаження конопель 25-40 кг на м² . Сушка виконується теплим повітрям яке засмоктується через вентилятор і подається через дифузор в калорифери і розподіляється по камерам через пневмопривод. Пневмопривод розташований на дні агрегату , тому нагріте повітря піднімаючись вгору висушує 2 шари конопель і виходить назовні , або використовується повторно для опалення приміщення.

Недоліки даного типу сушильного агрегату наступні:

- 1)Нерівномірний тепловий режим камер ;
- 2)Неоднакові умови сушіння конопель в окремій камері(коноплі верхнього ярусу висихають повільніше за нижній).

Канальних сушарок існує два типи: рівномірного та поступового сушіння.

					СУ-61.6.151. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

«Канальні сушарки поступового сушіння-це канал (тунель), довжиною. до 25 м, який розбитий на 5 - 6 окремих температурних зон; кожна зона обслуговується окремим вентилятором і калорифером.»[10] Тресту на вагонетках переміщується по рейках вздовж каналу. Сушіння мокрої трести проводиться при початковій температурі (біля входу в сушарку) 90 °, далі знижується в кожній зоні на 10 °. Кінцева температура сушки в останній зоні тунелю підтримується близько 40 °. Так температура сушіння знижується у міру просування сировини до виходу, тобто по мірі висихання трести.

Розглядаючи каналну сушарку рівномірного типу сушіння , можна виокремити такі особливості: коридор(канал) довжиною 40 м. Коридор складається з камер П-образної форми поставлені у ряд один за одним. Всього 13 таких камер, довжина кожної камери приблизно 3 м. Всередині даного коридору по всій його довжині проходить транспортер по якому будуть рухатися кіпи з об'єктом сушіння. Швидкість руху транспортеру 0,1-0,6м/хв .До кожної підключений окремий мотор на 15кВат. Також до кожної камери підведена від котла труба з гарячим повітрям температурою 70-80⁰С. У камеру повітря потрапляє за допомогою вентилятора(оберти 2170, повітря 3320 м³) який з допомогою решітки розсіює його по камері. Пар проходить під тиском в 5 атмосфер і об'ємом 3200 м³. Вологість у камері підтримується на рівні 20-25 %.

«Недоліки даного типу сушильного агрегату наступі:

- 1)Невелика продуктивність;
- 2)Нерівномірна вологість підсушеної сировини;
- 3)Великі витрати енергії і тепла на одиницю продукції;
- 4)Великі експлуатаційні витрати при сушінні мокрої сировини;»[8]

Переваги каналного типу над камерним обумовлені наступним: врахувавши те що перед камерною сушкою зазвичай потрібно робити віджим(прес), а враховуючи зміни у погодних умовах у періоду збору урожаю, то у пресуванні немає необхідності, тому що коноплі висихають і в природних умовах доволі швидко і тому в додатковому зменшенню відсотку вологи немає необхідності. Друга причина по якій був обраний саме каналний тип сушки , а не камерний

					СУ-61.6.151. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

складається в наступному: як вже раніше описувалося коноплі з полів на підприємство надходять у кіпах і якщо обрати камерний тип сушки то їх необхідно розрізати і частинами завантажувати у сушильний апарат, а при каналному(тунельному) типу сушки одразу всією кіпою. Також причиною вибору каналної сушарки обумовлена тим що на камерну уже існує багато способів модернізації.

1.2 ОЦІНКА НАПРЯМКІВ МОДЕРНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ

У сучасних технологіях крім сушки вологим повітрям(паром) є ще два способи виведення вологи це фізико-хімічний і механічний. Фізико-хімічний спосіб ґрунтується на застосуванні вологовідбірних засобів і використовується переважно в лабораторній практиці. Зневоднювальними засобами є сірчана кислота, хлористий кальцій, силікагель. Його перевага в тому що на велику кількість речовини яку потрібно висушити потрібно невелика кількість хімічних реагентів. Інша перевага даного способу у швидкості протікання хімічного процесу. Головний недолік способу сушки фізико-хімічним способом це самі хімічні процеси, том що їх вплив може вплинути на кінцевий результат , тобто на якість кінцевого продукту, до негативних наслідків може привести помилка у розрахунках або якщо встановити надто великий час процесу сушки, тому що як уже говорилось раніше надто довгий вплив хімічних реагентів зменшує якість кінцевого продукту. Також великим недоліком є хімічні реагенти мається на увазі те що не всі їх легко добути, а також їх вартість не завжди окупається , тому цей метод найменше використовується, як уже писалось раніше в більшості випадків у лабораторних дослідженнях.

Другий спосіб це механічний спосіб видалення вологи. Для цього використовують віджимний прес. Його застосовують для механічного видалення води за допомогою віджиму , чим досягається видалення до 60% води що міститься. Крім того покращується якість волокна так як видаляються продукти бродіння. Головним недоліком цього способу це габаритність віджимного пресу,

					СУ-61.6.151. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

а також його обслуговування тому що найменша поломка може призвести до зупинки всього процесу первинної обробки технічних конопель.

Якщо зробити висновки по двом вище описаними альтернативними способами сушіння то можна отримати такі результати:

Фізико-хімічний спосіб- не вигідний у фінансовому плані, так як прибуток не покриватиме витрати, цей метод доцільний лише у лабораторних дослідженнях.

Механічний спосіб - недоцільний через те що у епоху автоматизації, користуватися лише механічними системами не вигідно через низький відсоток видалення вологи, а також через застарілість технології.

Також була запропонована модернізація методу сушіння вологим повітрям. «Суть полягала в зміні частоти обертів ротора циркуляційних вентиляторів. Це дає можливість зменшити витрати теплоти на нагрівання агенту сушки у 5 раз.»[4]

Недолік такого способу полягає в тому що при максимальній частоті обертання циркуляційних вентиляторів відбувалося збільшення швидкості повітряних потоків що спричиняло зміщення стебел до бокових стінок камер сушіння.

1.3.ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ

Процес сушки технічних конопель являє собою тунель(канал) який складається з 13 П-образних 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. Структурна схема об'єкту управління зображена на Рисунок 1.

					СУ-61.6.151. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

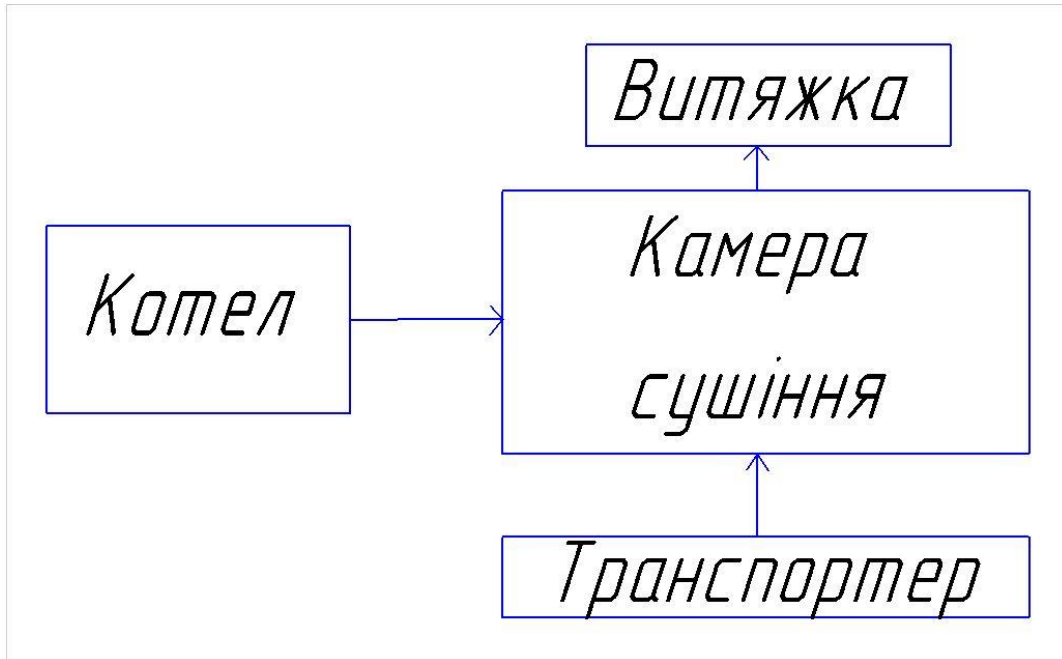


Рисунок 1- Структурна схема сушильного апарату

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 Рисунок 2

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

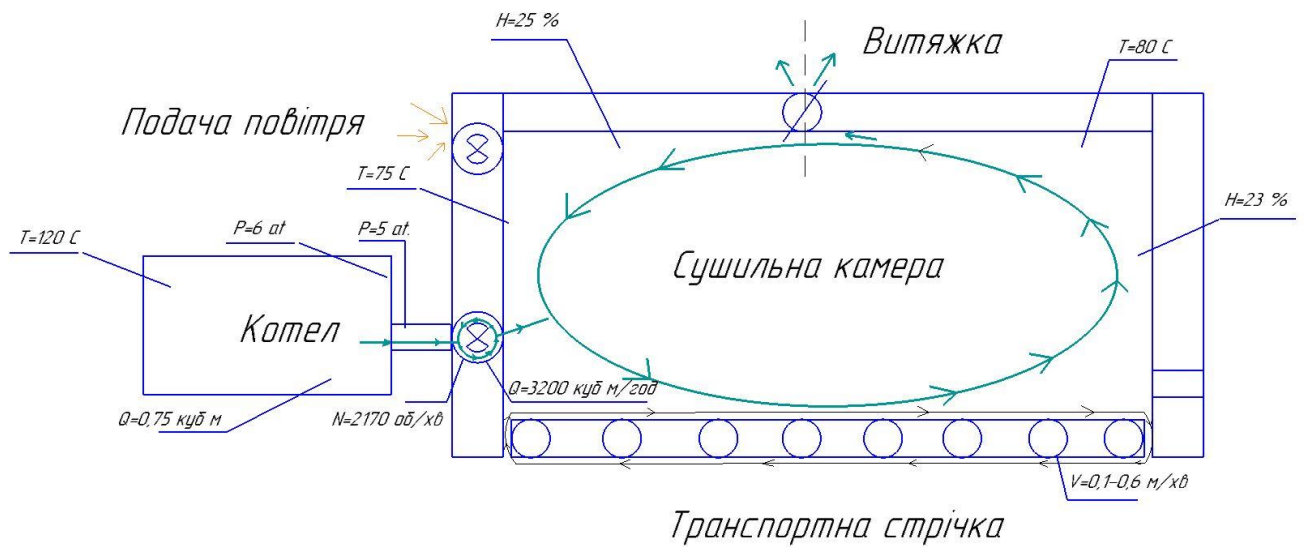


Рисунок 2 – Схема інформаційно матеріальних потоків(ІМП)

Як показано на схемі з котла пар поступає у камері сушіння під тиском з допомогою вентилятора . У камері підтримуються такі параметри:

1. Температура- $70-80^{\circ}\text{C}$;
2. Вологість- $23-25\%$;
3. Швидкість транспортеру- $0,1-0,6\text{ м/хв}$.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СУ-61.6.151. ПЗ

Лист

130

2. АНАЛІЗ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗАДАЧ КЕРУВАННЯ

2.1. КОНТУРИ КЕРУВАННЯ

Виходячи з схеми інформаційно-матеріальних отримуємо чотири контури керування:

1. подача пару(Рисунок 3);
2. Вивід пару(Рисунок 4);
3. Контроль швидкості руху транспортеру(Рисунок 5);
4. Контроль котла(Рисунок 6);
5. Контроль параметрів у камері(Рисунок 7);

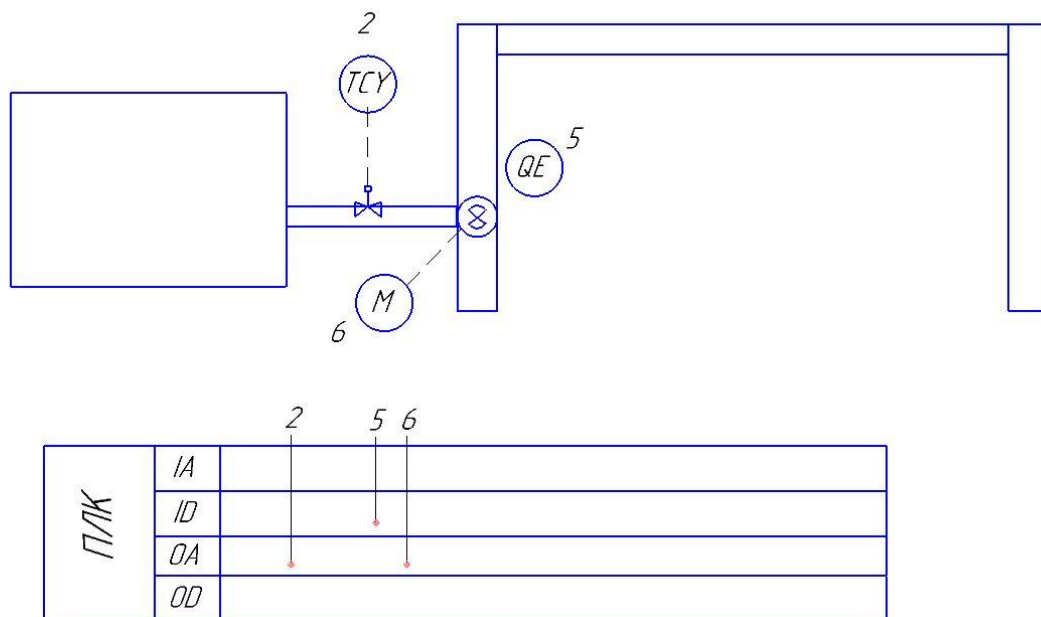
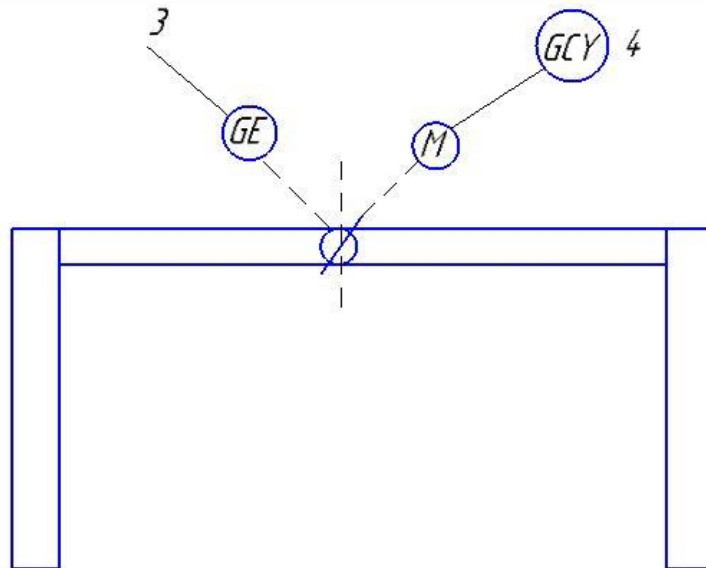


Рисунок 3-Контур подачі пару

З котла пар подається по трубі і з допомогою вентилятора розсіюється по камері. З допомогою клапану який на схемі позначений 2 контролюється рівень пару який подається, тобто контролюємо силу подачі(збільшуємо або зменшуємо). 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.



ПЛК	IA	3 4
	ID	
	OA	
	OD	

Рисунок 4- Контур виводу пару

Якщо в камеру лише подавати пар то баланс середовища 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 середовища 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.

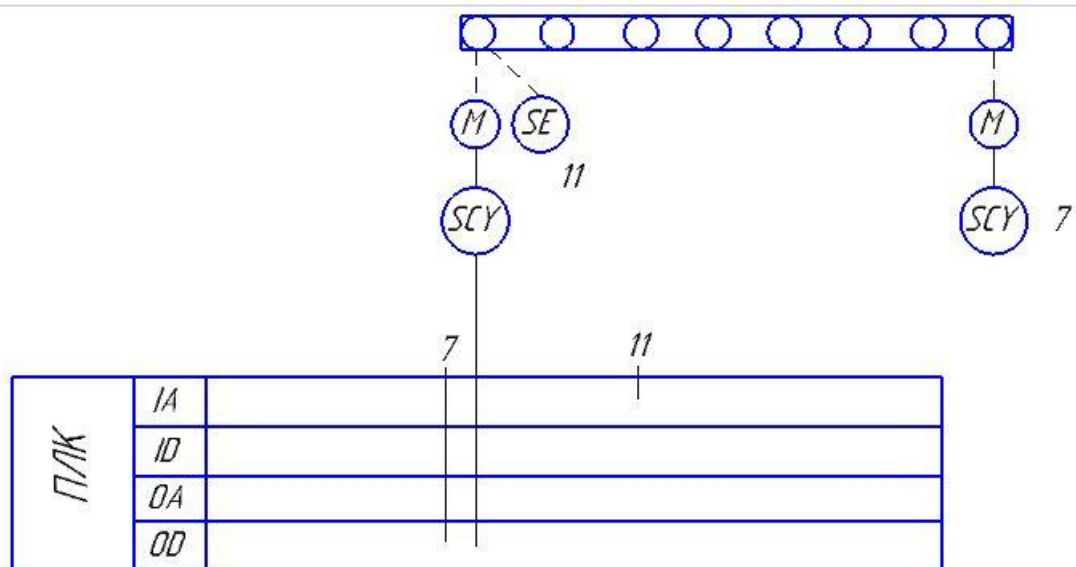


Рисунок 5- Контур контролю швидкості транспортеру

Контроль швидкості транспортеру необхідний для того щоб керувати швидкістю з якою буде рухатися транспортна стрічка на якій буде переміщуватися конопля 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.

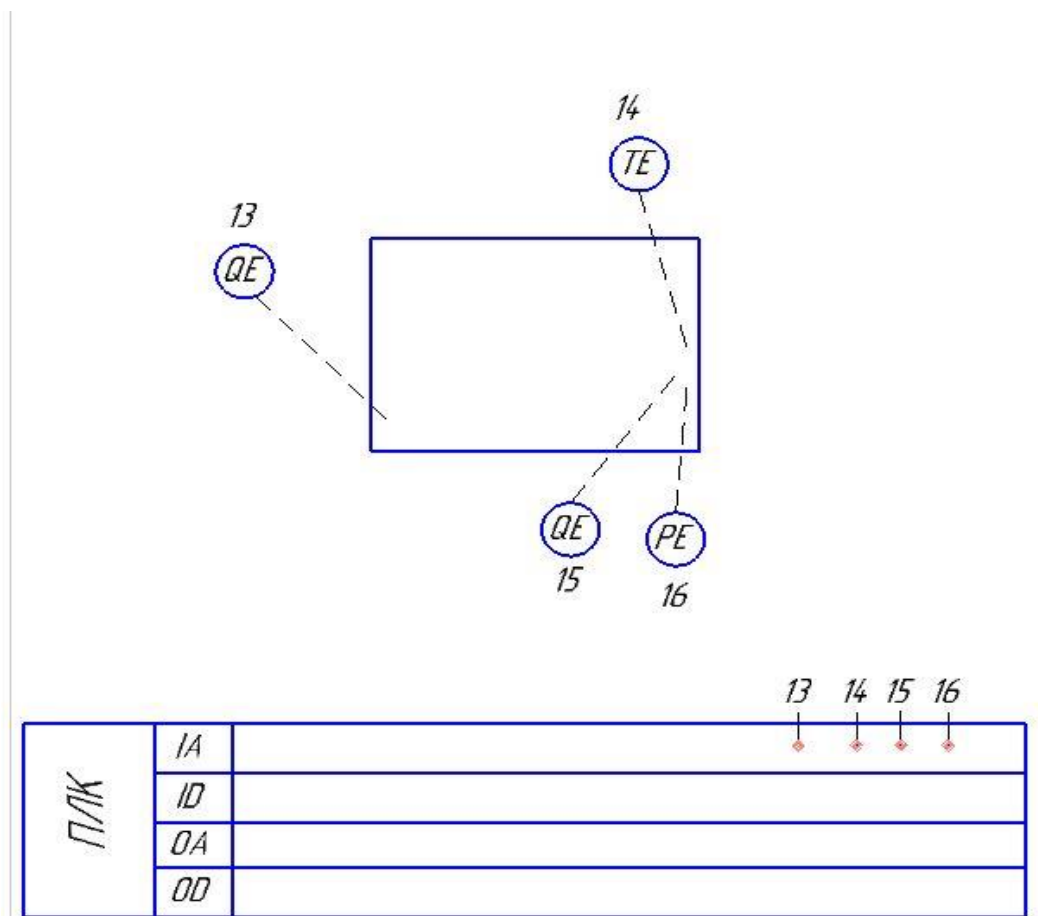


Рисунок 6- Контроль котла

При сушінні 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 .

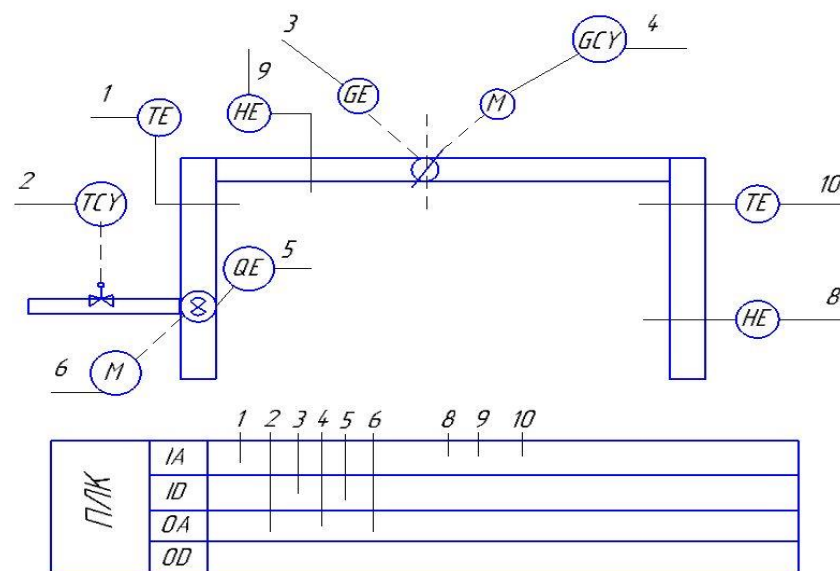


Рисунок 7- Контроль параметрів у камері

«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 Рисунку 7. Одна точка виміру температури і вологи з однієї сторони і відповідно по одній точці виміру з іншої.

2.2. ТАБЛИЦЯ ВХІДНИ-ВИХІДНИХ СИГНАЛІВ

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. Наша задача відстежувати постійну зміну параметрів, тому мій вибір це аналогові давачі.

Таблиця 1 –таблиця вхідних сигналів

№	Сигнал	Діапазон вимірювань	К-сть точок	Сигнал
1	Температура повітря(камера)	70-80 ⁰ С	2	4-20 мА
2	Вологість повітря	20-25 %	2	4-20мА

3	Температура повітря(котел)	115-120 ⁰ С	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 куб м/год	1	4-20мА
7	Витрати(котел)	0,70-0,75 куб м	2	4-20мА

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. 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.

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 коноплі, але і не залишити їх вологими.

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	Електровигун через пристрій плавного пуску(15 кВт)

2.3. ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА КЕРУВАННЯ

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. Саме таку схему можна побачити на Рисунку 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. Також 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.

										Лист
										218
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	СУ-61.6.151. ПЗ					

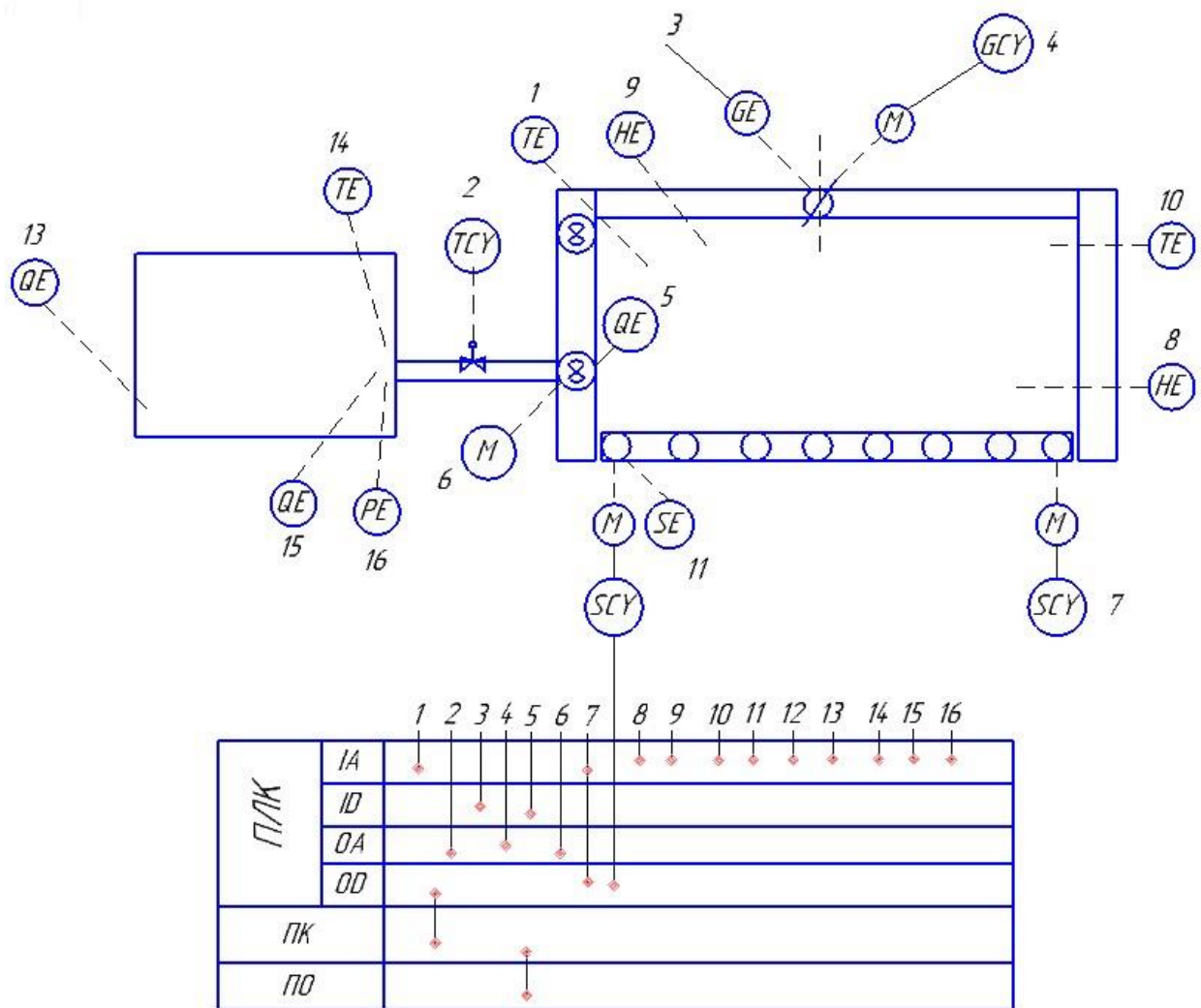


Рисунок 8 – Функціональна схема автоматизації

3.ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

3.1 ДАВАЧІ

Давачі – це елемент системи автоматизованого керування , чутливий елемент який перетворює зовнішній вплив(температура , тиск, вологість, і тому подібне) в уніфікований електричний сигнал(0-5 В, 4-20мА та інші). Для процесу сушіння технічних конопель необхідні давачі:

1. Давачі вологості;
2. Давачі температури;
3. Давач тиску;
4. Давач витрат;
5. Давач швидкості(енкодер);
6. Давач положення.

У системі керування сушіння головний параметр – вологість. Тому необхідно підібрати давач вологості який відповідає параметрам середовища у якому він буде встановлений. Промисловий датчик температури та вологості ПВТ100 призначення для роботи в неагресивних середовища. Здійснює безперервне перетворення значень температури та вологості робочого середовища в два незалежні уніфіковані сигнали струму 4 ... 20 мА. Виміряні значення передаються через інтерфейс RS-485 за протоколом Modbus RTU. Схема підключення давача зображена на Рисунку 9. Так як даний давач це одночасно давач вологості і температури , то крім основної задачі давача(вимір температури і вологості) його перевага у тому що не потрібно купляти окремо давач вологості і температури. Тобто додатково отримуємо вигоду у економічній частині розробки системи керування сушіння технічних конопель у сушарці каналного типу.

									Лист
									20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	СУ-61.6.151. ПЗ				

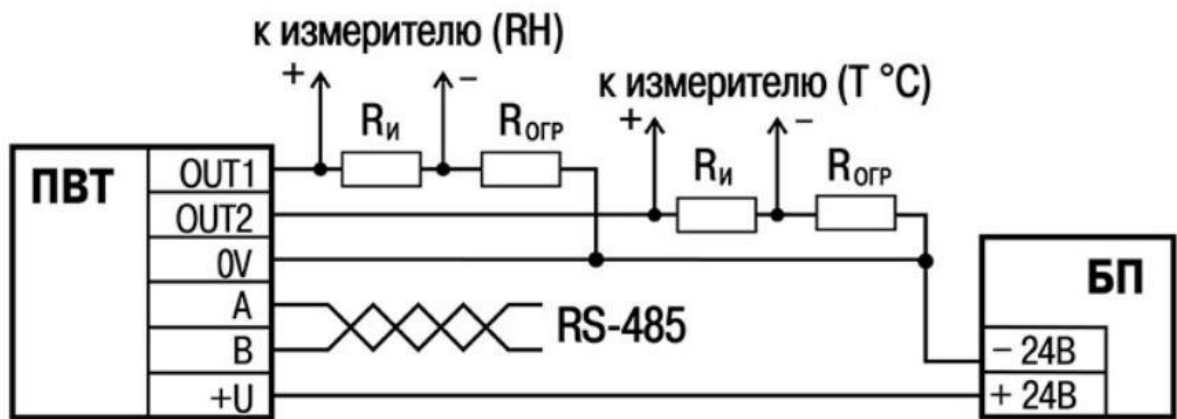


Рисунок 9 – Схема підключення давача ПВТ100

Характеристика давача:

1. Температура вимірювання: $-40 \dots +80 \text{ }^\circ\text{C}$.
2. Розширений діапазон вимірювання температури (до $+120 \text{ }^\circ\text{C}$) завдяки застосуванню високотемпературного кабелю.
3. Висока точність вимірювання: абсолютна похибка вимірювання вологості – до $\pm 2,5 \%$, температури – до $\pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$.
4. Висока повторюваність результатів вимірювання: $\pm 0,1 \%$ RH, $\pm 0,1 \text{ }^\circ\text{C}$.
5. Висока стабільність: $\pm 0,25 \%$ RH, $\pm 0,02 \text{ }^\circ\text{C}$ на рік.
6. Два незалежні вихідні канали 4..20 мА.
7. Можливість обміну інформацією за інтерфейсом RS-485 (протокол Modbus RTU), швидкість до 57600 біт/с.
8. Розбірна конструкція, що дозволяє здійснювати заміну сенсора та/або фільтра зонда за необхідністю.
9. Ергономічний корпус зі ступенем захисту IP65.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СУ-61.6.151. ПЗ

Лист

224

Наступний давач це давач витрат. Він буде використаний для відстеження кількості повітря яке заходить у котел і скільки пару виходить з котла і заходить до сушильної камери. Схема підключення зображена на Рисунку 10.

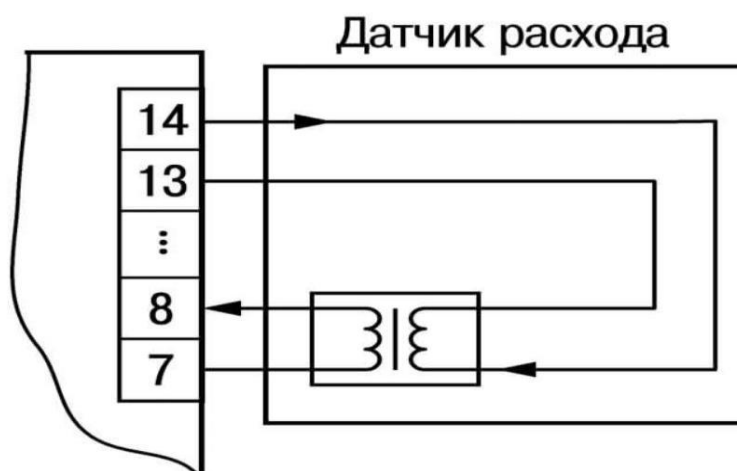


Рисунок 10- Давач витрат(схема підключення)

Давач виготовлений з нержавіючої сталі з високоякісною футеровкою і електродами які підходять для роботи у небезпечних середовищах.

Характеристика:

1. Компактна конструкція;
2. Універсальність;
3. Стійкість до небезпечних середовищ;
4. Можливість заміни під час роботи.

Наступний давач –це давач положення. Він необхідний для того щоб на витяжці контролювати положення жалюзі . Це необхідно для того в залежності від ситуації у камері сушіння відкривати жалюзі для того щоб випустити пар і впусити холодне повітря і навпаки закрити жалюзі щоб не

впустити холодне повітря і не випускати пар. Давач положення схема підключення зображена на Рисунку 10

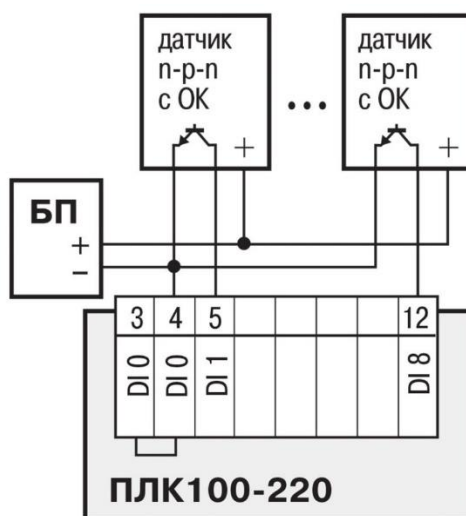


Рисунок 10- Давач положення

Принцип дії заснований на зміні параметрів магнітного поля яке створює котушка індуктивності всередині давача.

Характеристика давача:

1. Діаметр(мм)-400;
2. Діаметр валу(мм) 6;
3. Довжина кабелю(м) 2;
5. Живлення-5 V;
6. Кількість точок для відстеження-360;
7. максимальне число обертів(об/хв)-900;
8. Вага(кг)-0,355.

Наступний давач це давач швидкості транспортної стрічки , як давач швидкості буде використано енкодер. Він зображений на Рисунку 11

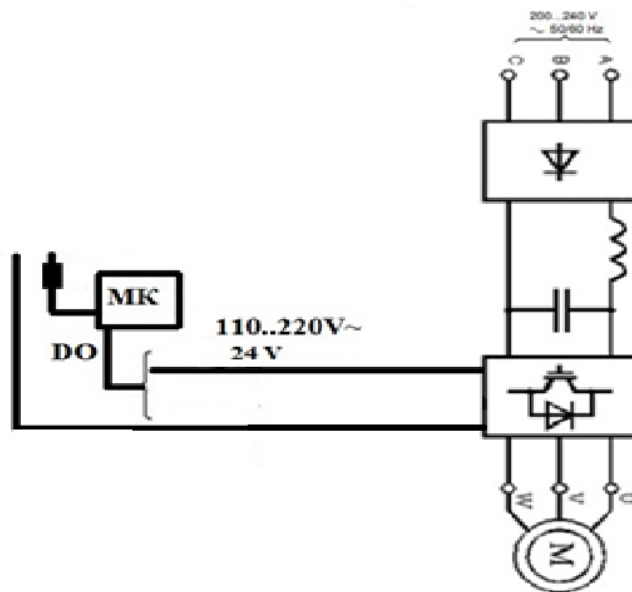


Рисунок 11- Давач швидкості(енкодер)

Характеристика енкодера:

1. Напруга живлення - +3,3 В – +5 В;
2. Струм живлення – 1,4 мА;
3. Діаметр отвору для монтажу – 3 мм;
4. Робоча температура – 0-70⁰С;
5. Ширина пазу – 5 мм.

Його переваги на іншими давачами швидкості:

1. Мала вартість;
2. Простий у налаштуванні;
3. Легкий монтаж завдяки спеціальним отворам на платі;
4. Легке підключення до контролера завдяки спеціальному роз'єму.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Наступний давач – це давач тиску. Принцип його дії заснований на тому що при зміні тиску на давач змінюється опір, а отже і змінюється електричний сигнал і по зміні сигналу визначається чи збільшився чи зменшився тиск і на яке значення. Давач тиску зображений на Рисунку 12.

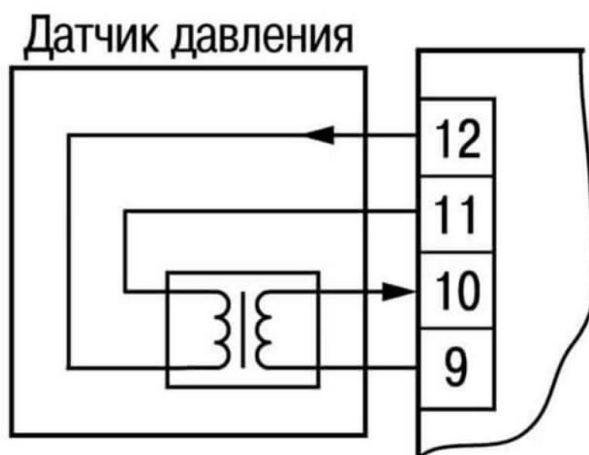


Рисунок 12- Давач тиску

Характеристика давача:

1. Живлення – 10-30 В;
2. Струм- 4-20 мА;
3. Одиниці виміру- бар;
4. Робоче середовище- -30°C - $+100^{\circ}\text{C}$;
5. Корпус- нержавіюча сталь;
6. Похибка вимірювань- 0,5 % від діапазону;
7. Діапазон вимірювань- 0...0,1 до 0... 600 бар.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СУ-61.6.151. ПЗ

Лист

25

3.2 ВИКОНАВЧІ МЕХАНІЗМИ

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 кіпи з коноплями рухалися по тунелю сушіння. Двигун зображений на Рисунку 13

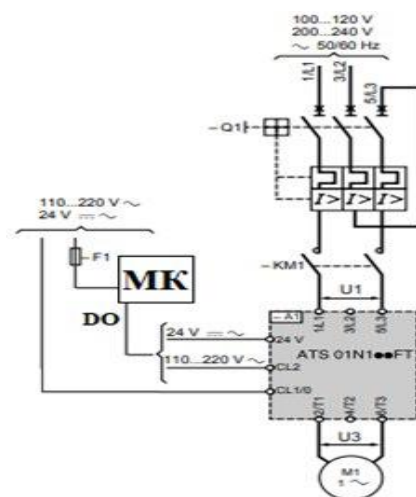


Рисунок 13- Електродвигун

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;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СУ-61.6.151. ПЗ

Лист

26

9. Клас енергоефективності- ІЕ2;

10.Вага- 105 кг;

Також у системі керування сушіння конопель 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 14.

					СУ-61.6.151. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

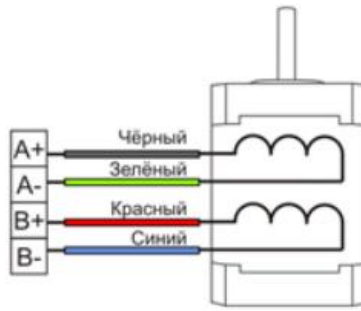


Рисунок 14- Кроковий двигун

Характеристика двигуна:

1. Кількість фаз – 2;
2. Напруга- 2,1 В;
3. Струм- 4,2 А;
4. Кут кроку- $1,8^{\circ}$;
5. Опір – 0,5 Ом;
6. Вага -1,5 кг;
7. Клас ізоляції – В;
8. Індуктивність- 1,8 мН.

Габаритні розміри крокового двигуна зображені на Рисунку 15

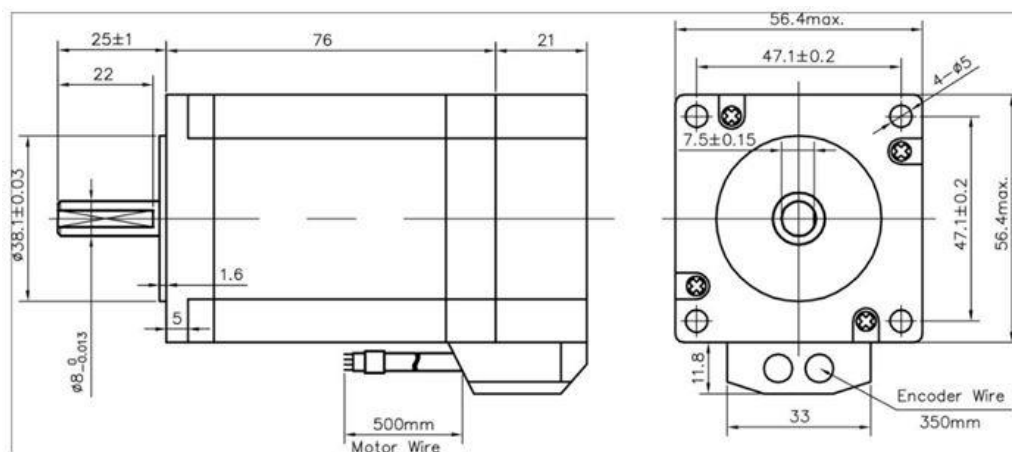


Рисунок 15- Габаритні розміри крокового двигуна

Щоб запобігти втраті кроків у крокового двигуна і забезпечити високу точність двигуна необхідно використовувати драйвер. Якщо використовувати

					СУ-61.6.151. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

драйвер то при збільшенні швидкості , то крутний момент буде значно менший ніж у звичайного крокового двигуна без використання драйвера.

Особливості драйвера:

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

Драйвер для крокового двигуна зображений на Рисунку 16.



Рисунок 16 – Драйвер для крокового двигуна

Характеристика драйвера для крокового двигуна :

1. Діапазон напруги – 24-50 В;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

2. Максимальний струм – 6А (струм може змінюватися в залежності від навантаження);
3. Частота - від 0 до 200 КГц;
4. Вага – 560 гр;

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. Для цієї задачі обраний електромагнітний клапан схема підключення якого зображена на Рисунку 17.

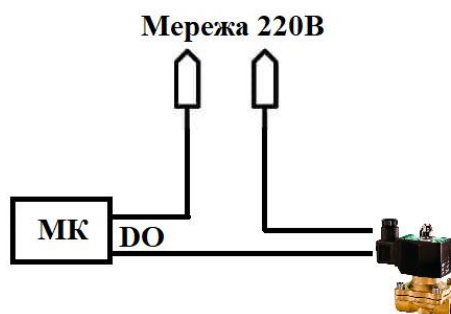


Рисунок 17- Електромагнітний клапан(схема підключення)

Характеристика клапану:

1. Робоче середовище – повітря, вода, рідке середовище , газове середовище, пар, пароводяна суміш;
2. Робоча температура - від -10 до 140⁰С ;
3. Робочий тиск – від 0,2 до 25 бар;
4. Напруга – 12, 24 В;
5. Частота – 50 Гц;
6. Потужність – 8 Ват;
7. Тип приєднання – муфтовий;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СУ-61.6.151. ПЗ

Лист

30

8. Матеріал корпусу – латунь;

9. Матеріал мембрани – EPDM ;

10. Коефіцієнт пропускної здатності – 140 л/хв.

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 за 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 підігриває. 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.

Канальний вентилятор (схема підключення) на Рисунку 18.

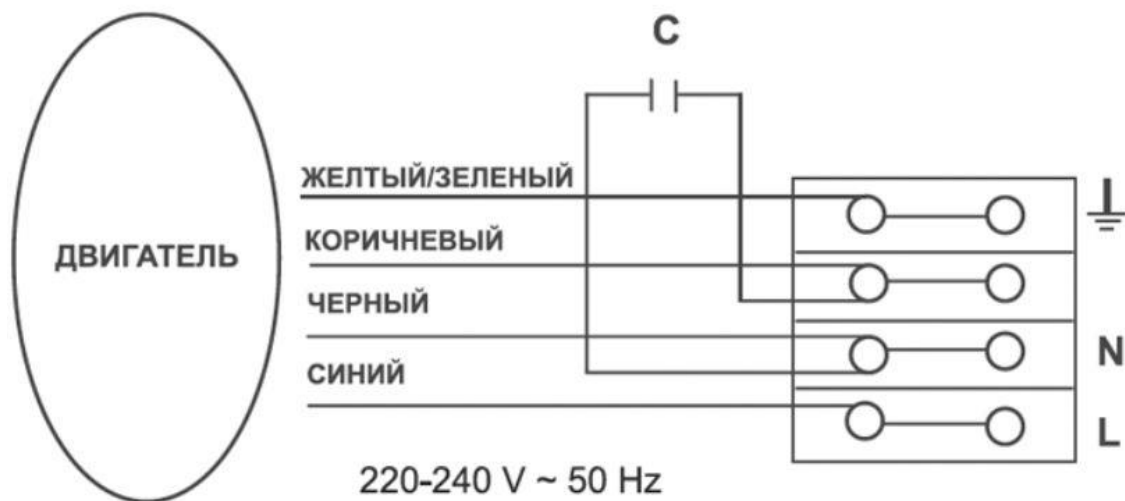


Рисунок 18 – Канальный вентилятор

Характеристика вентилятора:

1. Диаметр – 355 мм;

									Лист
									31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

СУ-61.6.151. ПЗ

2. Глибина – 325 мм;
3. Споживна потужність – 261 Вт;
4. Живлення – 220 В;
5. Рівень шуму – 83 дБ;
6. Витрата повітря – 3320 м³/год;
7. Частота обертів – 2170 об/хв;
8. Тип монтажу – канальний.

Наступний пристрій який закачує повітря у камеру сушіння це калорифер. Він зображений на Рисунку 19.

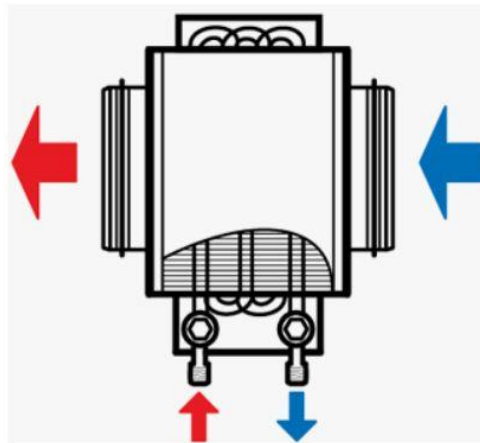


Рисунок 19- Промисловий калорифер

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 повітrowодами 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 патрубок для установки давача вимірювання температури.

Розмірна таблиця калорифера показана на таблиці 3

Таблиця 3- Розмірна таблиця

Розмір	D	B	H	H3	L	L1	L2	L3	K
мм	124	350	230	150	300	28	65	220	G 3/4

Схема розмірів калорифера зображена на Рисунку 20

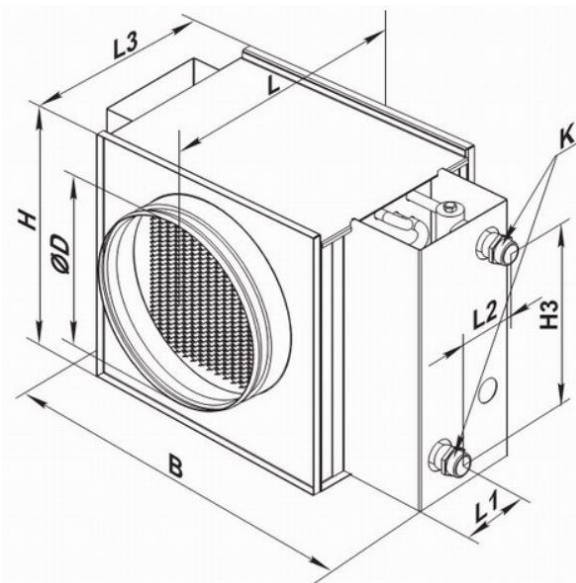


Рисунок 20- Схема розмірів калорифера

Для того щоб керувати витяжною для виведення пару потужності крокового двигуна недостатньо , достатню потужність має МЕО- механізм електричний однооборотний. Він зображений на Рисунку 21.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СУ-61.6.151. ПЗ

Лист

33



Рисунок 21- МЭО(Механизм электрический однооборотный)

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

Характеристика пристрою:

- 1.Вага -30 кг;
2. Номінальний час повного ходу вихідного валу- 25 с;
3. Номінальний повний хід вихідного валу – 0,25 об;
- 4.Номінальний крутний момент на вихідному валу – 100 Нм.

Джерело живлення МЭО це однофазний двигун з напругою 220В і частотою 50 Гц.

Також для того щоб двигуни працювали без різких перепадів напруги тобто плавно запускалися і зупинялися необхідно використовувати Пристрій Плавного Пуску. Пристрій плавного пуску- це для плавного пуску чи зупинки асинхронних двигунів . Зображений на Рисунку 22.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

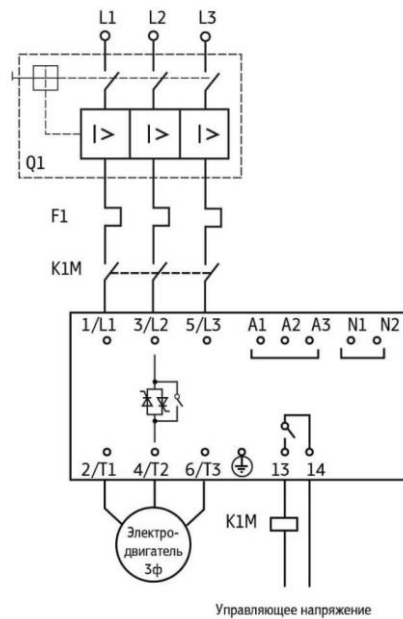


Рисунок 22- Пристрій плавного пуску(схема підключення)

Переваги використання :

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.

Основні характеристики:

1. Напруга живлення для однофазного двигуна- 220 В а для трифазного 380 В
2. Час розгону(можливість регулювання) від 1 до 40 с;
3. Час гальмування (можливість регулювання) від 0 до 40 с;
4. Пусковий момент 30-80%.

3.3ПРОГРАМНО-ЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЛЕР

Програмно-логічний контролер(ПЛК)- це мікропроцесорний пристрій задача якого збір , перетворення, обробка, зберігання інформації і створення керуючих сигналів для давачів та виконавчих механізмів які підключені до

					СУ-61.6.151. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

нього і об'єкту керування у режимі реального часу. У розробці систем автоматизованого керування процесом сушіння добре себе зарекомендував ПЛК 100 ОВЕН прикладом цього може бути система автоматизації сушильної камери для деревини. ОВЕН 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 23.

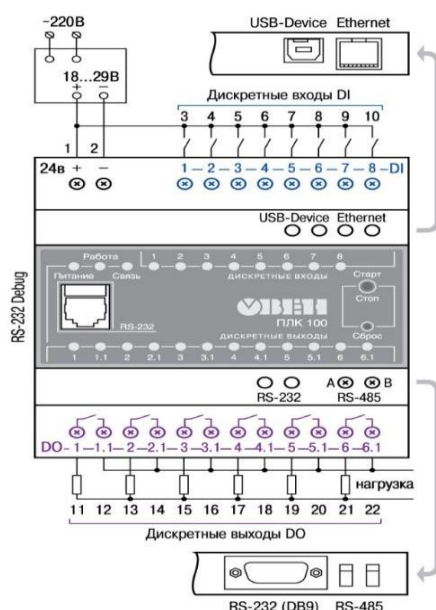


Рисунок 23 – ПЛК-100 ОВЕН

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 4.

Таблиця 4- 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 нашої 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 отримував дані з датчиків , тобто вони не будуть застарілими, потрібно використати блок вводу аналогових сигналів(Рисунок 24)

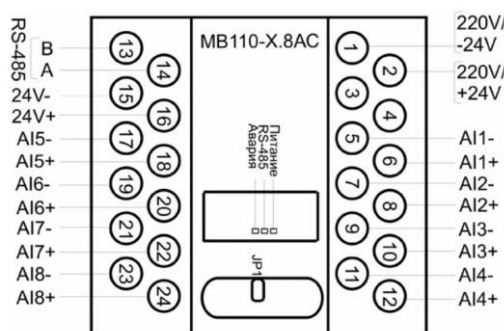


Рисунок 24- Блок вводу аналогових сигналів

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. Сенсорна панель і її схема роботи показана на Рисунку 24.

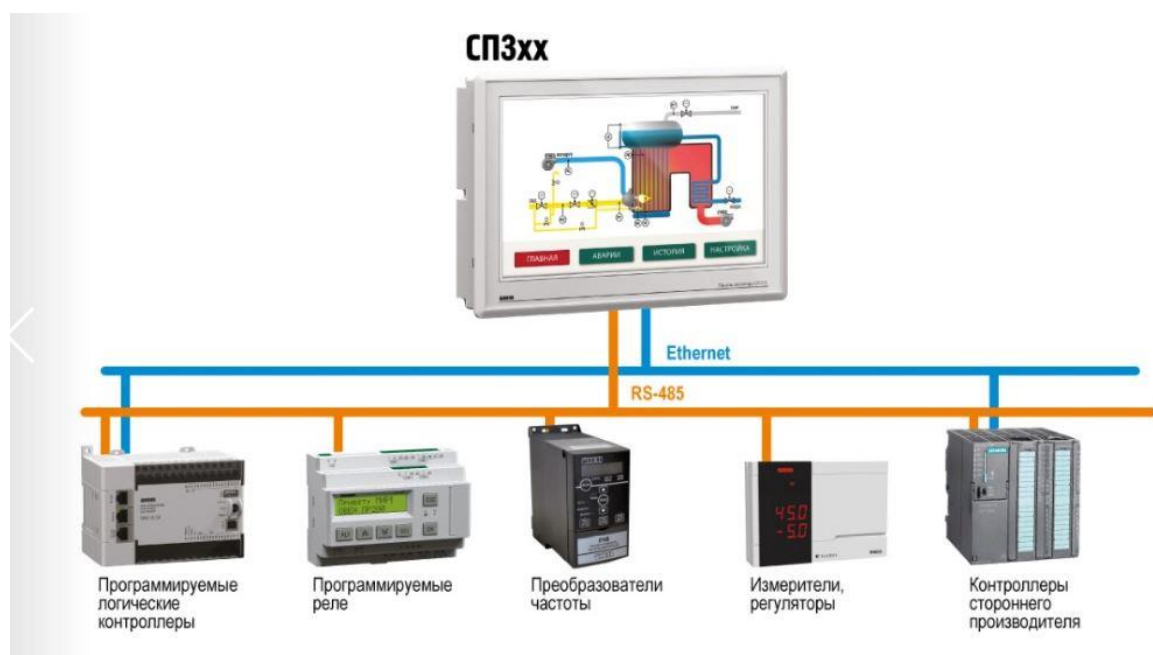


Рисунок 25 – Схема роботи сенсорної панелі

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СУ-61.6.151. ПЗ

Лист

38

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 давачі і виконавчі механізми необхідний інтерфейс по якому будуть передаватися дані . Наприклад: Давачі 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 передаче 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.

					СУ-61.6.151. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

4. SCADA система

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 датчиків виконавчих механізмів.

Графічне відображення процесу сушіння технічних конопель показано на Рисунку 26.

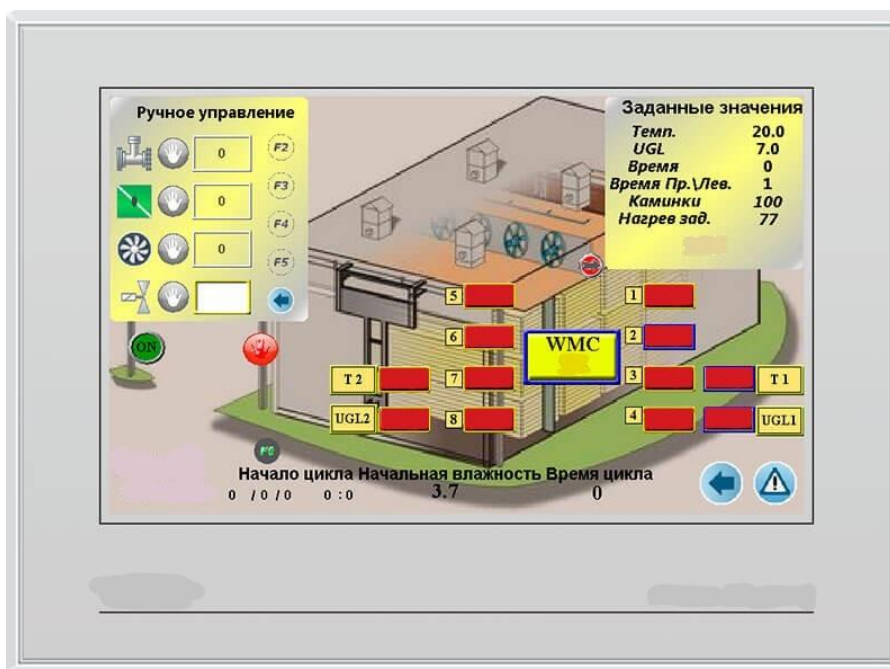


Рисунок 26- SCADA система

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 27

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

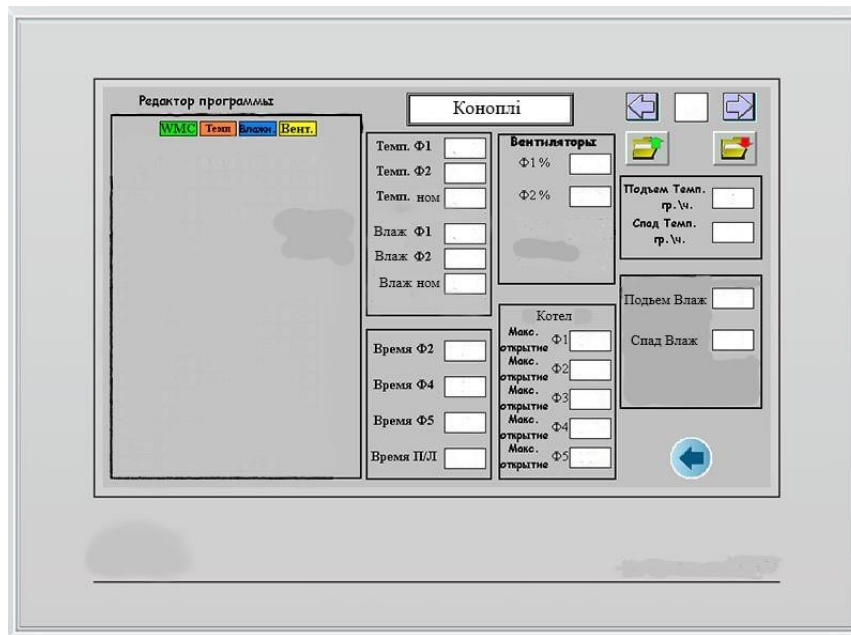


Рисунок 27- панель оператора

Процес протікатиме наступним 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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВИСНОВОК

В проєкті розроблена система автоматичного керування процесу сушіння технічних конопель у сушарці каналного типу.

Для розробки системи були виконані наступні пункти:

1. Проанлізовані сучасні способи сушіння технічних конопель 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.

					СУ-61.6.151. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Alibas, I. 2007. Energy consumption and colour characteristics of nettle leaves during microwave, vacuum, and convective drying.
2. Schreiber, Gisela. The Hemp Handbook. Munich, Germany: Wilhelm Heyne Verlag GMBH & Co. KG, 1997.
3. Атлас машин і обладнання заводів первинної обробки льону і коноплі Борисов В. Бадин І. 1939-1940 pp.
4. Исследование перспективного способа продувки стеблей льна-долгунца, реализованного в инновационной машине для льнозаводов. Автора: Новиков Эдуард Валерьевич, Алтухова Ирина Николаевна, Безбабченко Александр Владиславович 2018 г
5. Механізація льонарства Бушуєв І. 1952 р.
6. Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве. Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана, Монголии, Беларуси и Болгарии Материалы Международной научно-технической конференции (Минск, 19–21 октября 2016 г.)
7. Новиков, Э.В. Анализ реконструкций сушильных машин СКП-1-10ЛУ и СКП-1-10ЛУ1 на льнозаводах / Э.В. Новиков, И.А. Шемякин // Научный вестник Костромского гос.технолог. ун-та: электронный журнал [Электронный ресурс] / Костромс. госуд. технолог. ун-т. – 2016. Режим доступа: <http://vestnik.kstu.edu.ru/>.
8. Сільськогосподарська енциклопедія Том 3 П.П. Лобанов . 1953 р.
9. Справочник по заводской первичной обработке льна: в 2 ч. Ч. 2. Инженерные системы технологических процессов [Электронный ресурс] / Э.В. Новиков, И.А. Румянцева, В.М. Каравайков, М.С. Енин, Н.М. Федосова, И.В. Сусоева, В.Б. Соколов. – Кострома:Изд-во Костром. гос. технол. унта, 2015.

					СУ-61.6.151. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

10.Технологія заводської первинної обробки льону і коноплі Андрєєв В.
Борисов В. 1939р.

					СУ-61.6.151. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44