

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

_____ Довбиш А. С.

_____ 2021 р.

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

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
СУШІННЯ ДЕРЕВИНИ

Дипломний проект

Виконав:
студент групи СУ-71

Шубенко М. М..

Керівник роботи:
к. т. н., доцент

Черв'яков В. Д.

Суми – 2021

РЕФЕРАТ

Шубенко Микола Миколайович. Автоматизація технологічного процесу сушіння деревини. Кваліфікаційна робота бакалавра зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології (дипломний проект). Сумський Державний Університет, Суми, 2021 р.

Робота присвячена методам й засобам автоматизації технологічного процесу сушіння деревини в сушильному агрегаті камерного типу. Запропоновано проектне рішення щодо автоматизації керування технологічними параметрами процесу сушіння деревини в сушильній камері засобами нагрівання повітряної середи, проточної та витяжної вентиляції та подачі пакетів дошок або брусків. Розроблена конструкторська документація для технічної реалізації системи автоматизації.

Робота містить 31 сторінку основного тексту, 15 рисунків, 4 таблиці; 2 додатки; список використаних джерел з 10 найменувань.

Ключові слова: сушильний агрегат, вентиляція, температура, вологість, контролер, подача, виконавчий механізм.

ABSTRACT

Shubenko Mykola Mykolayovych. Automation of technological process of wood drying. Bachelor's thesis in the specialty 151 - Automation and computer-integrated technologies (diploma project). Sumy State University, Sumy, 2021

The work is devoted to methods and means of automation of technological process of wood drying in the drying unit of chamber type. A design solution for automating the control of technological parameters of the wood drying process in the drying chamber by means of air heating, supply and exhaust ventilation and supply of packages of boards or bars is proposed. The design documentation for technical realization of automation system is developed.

The work contains 31 pages of the main text, 15 figures, 4 tables; 2 applications; list of used sources from 10 names.

Key words: drying unit, ventilation, temperature, humidity, controller, supply, actuator.

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	№. екз.	Примітки
			<u>Документація загальна</u>			
			<u>Застосована</u>			
1	A4		Завдання кафедри	1	1	
			<u>Новорозроблена</u>			
2	A4		Технічне завдання	1	1	
3	A4		Реферат	1	1	
4	A4	СУ-71.6.151.22.ПЗ	Пояснювальна записка	31	1	
			<u>Документація конструкторська</u>			
			<u>Застосована</u>			
			<u>Новорозроблена</u>			
5	A2	СУ-71 6.151.22.A2	Функціональна схема автоматизації	1	1	
6	A3	СУ-71 6.151.22.A1	Схема матеріальних та інформаційних потоків	1	1	

Зм.	Кільк.	Арк.	№док	Підпис	Дата	СУ-71.6.151.22.ДП			
Розробив		Шубенко М.М.				Автоматизації технологічного процесу сушіння деревини. Відомість проекту	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник		Черв'яков В. Д.			ДП		1	1	
Рецензент					СумДУ СУ-71				
Консульт.									
Н. контр.		Черв'яков В. Д.							

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Кафедра комп'ютерних наук
Секція комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри
_____ А. С. Довбиш
“ _____ “ _____ “ 2021 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

Тема роботи: Автоматизація технологічного процесу сушіння деревини. Дипломний проект. Затверджено наказом ректора університету № 0185-VI від 14.04.2021 р.

Термін подання закінченої роботи 15.05.2021 р.

Вихідні дані до роботи: технічна документація сушильного агрегату.

Зміст роботи: конструктивно-технологічна характеристика об'єкта автоматизації, функціональна схема автоматизації, локальні системи управління, комп'ютерно-інтегрованв система управління.

Графічні матеріали: функціональна схема автоматизації, функціональні та структурні схеми локальних систем управління, схеми електричні підключень та з'єднань.

Календарний план проектування

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Терміни виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання ТЗ. Підбір та аналіз літератури. Відбір аналогів та прототипів.	01.03.2021-15.03.2021
2	Опис об'єкту автоматизації. Задачі автоматизації. Аналіз відомих технічних рішень	16.03.2021-31.03.2021
3	Розробка функціональної схеми автоматизації	01.04.2021-10.04.2021
4	Вибір обладнання	11.04.2021-15.04.2021
5	Розробка алгоритмів управління	16.04.2021-25.04.2021
6	Охорона праці	26.04.2021-30.04.2021
7	Оформлення проєту та презентації	01.05.2021-15.05.2021
8	Подання роботи керівнику. Публічний захист роботи	16.05.2021-20.05.2021

Дата видачі завдання «01» 02. 2021 р

Керівник проєкту:

к. т. н., доцент

До виконання прийняв:

студент групи СУ-71

Черв'яков В. Д.

Шубенко М. М.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

**на проектування системи автоматизації технологічного процесу
сушіння деревини**

Назва і галузь застосування: Система автоматизації технологічного процесу сушіння деревини в агрегаті камерного типу. Деревообробка.

Підстави для проектування: Наказ ректора Сумського державного університету № 0185-VI від 14.04.2021.

Призначення проекту: створення сучасної комп'ютеризованої системи автоматизації сушильного агрегату камерного типу для потреб деревообробної промисловості України.

Джерела розроблення: матеріали виробничої та переддипломної практик, технічна документація сушарки, результати аналізу існуючих систем автоматизації деревосушільних агрегатів камерного типу.

Режими роботи об'єкта: запуск, тепловий розгін, зупинення, автоматичний контроль та регулювання технологічних параметрів.

Умови експлуатації об'єкта: живлення шафи управління – 220В, частота – 50 Гц; живлення ПЛК – 24В постійного струму; живлення інтерфейсного модуля – 24В постійного струму. Ступінь захисту складових частин обладнання системи автоматизації – не нижче IP20.

Технічні вимоги: ДСТУ 21.404 – 85 Автоматизація технічних процесів; ДСТУ 12.2.016 – 81 Система стандартів безпеки праці. Загальні вимоги безпеки.

Економічні показники: згідно розрахунку економічної ефективності.

Стадії та етапи проектування: наведені в таблиці.

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Терміни виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання ТЗ. Підбір та аналіз літератури. Відбір аналогів та прототипів.	01.03.2021-15.03.2021
2	Опис об'єкту автоматизації. Задачі автоматизації. Аналіз відомих технічних рішень	16.03.2021-31.03.2021
3	Розробка функціональної схеми автоматизації	01.04.2021-10.04.2021
4	Вибір обладнання	11.04.2021-15.04.2021
5	Розробка алгоритмів управління	16.04.2021-25.04.2021
6	Охорона праці	26.04.2021-30.04.2021
6	Оформлення проектної документації	01.05.2021-15.05.2021

Розробник ТЗ:
студент гр. СУ-71

Шубенко М. М.

Погоджено:
керівник проекту
к.т.н., доцент

Черв'яков В.Д.

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
дипломного проекту

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ДЕРЕВИНИ

Проектант:

студент гр. СУ-71

Шубенко М. М.

Керівник проекту:

к.т.н., доцент

Черв'яков В. Д.

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	3
ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1.....	5
КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА	5
ДЕРЕВОСУШИЛЬНОГО АГРЕГАТА КАМЕРНОГО ТИПУ	5
1.1 Агрегат сушіння деревини як об'єкт технології	5
1.2 Конструкція, елементний склад, призначення елементів	6
1.3 Технологічний процес сушіння деревини. Задачі автоматизації	8
1.4 Аналітичний огляд відомих систем автоматизації	10
1.5 Висновки. Постановка задач проектування	12
РОЗДІЛ 2.....	13
ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ	13
2.1 Характеристика об'єкта автоматизації.....	13
2.2 Опис функціональної схеми. Елементний склад	15
2.3 Контури регулювання технологічних параметрів	15
2.4 Висновки	18
РОЗДІЛ 3.....	19
ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ	19
3.1 Давачі та виконавчі механізми	19
3.1.1 Давач температури деревини ОВЕН ДТПЛ104-00.120/0,2.....	19
3.1.2 Вологомір SWH-206-RS485	19
3.1.3 Давач температури води ОВЕН ДТС335-50М.В3.60.....	19
3.1.4 Електромагнітний клапан ZW-50N	19
3.1.5 Циркуляційний насос Grundfos UPS 25/60 180	19
3.1.6 Пристрій плавного пуску для циркуляційного насосу АВВ PSR3-600-70.....	20
3.1.7 Відцентровий вентилятор Soler&Palau CRMT/4-280/115-3.....	20
3.1.8 Осьовий вентилятор Soler&Palau TCDT/4-800	20
3.1.9 Електропривод NM230A.....	20

СУ-71.6.151.22.ДП.ПЗ				
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>
<i>Разраб</i>		Шубенко М.М.		
<i>Пров</i>		Черв'яков В.Д.		
<i>Н. Контр.</i>		Черв'яков В.Д.		
<i>Затв</i>		Черв'яков В.Д.		
Автоматизації технологічного процесу сушіння деревини. Пояснювальна записка				
		<i>Літера</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
		ДП	2	31
СумДУ СУ-71				

3.1.10	Давач тиску в камері МЕТРАН 3051SAL_A	20
3.1.11	Давач рівня Rosemount 3102	21
3.1.12	Витратомір EE741	21
3.1.13	Пристрій плавного пуску осьових вентиляторів ОВЕН УПП1-7К5-В.....	21
3.2	Технологічний контролер та панель оператора	21
3.4	Висновки	23
РОЗДІЛ 4.....		24
КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ		24
ПРОЦЕСОМ СУШІННЯ ДЕРЕВИНИ		24
4.1	Алгоритм координованого управління виконавчими механізмами.....	24
4.1.1	Алгоритм роботи контуру подачі матеріалів	24
4.1.2	Алгоритм роботи першого нагрівального контуру	24
4.1.3	Алгоритм роботи другого нагрівального контуру	25
4.1.4	Алгоритм роботи контуру регулювання тиску, температури та вологості в камері	26
4.2	Висновки	27
РОЗДІЛ 5.....		28
ОХОРОНА ПРАЦІ		28
ВИСНОВКИ		29
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....		30

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

КСА – камерний сушильний агрегат
КТ – контролер технологічний
СУ - система управління
СК – сушильна камера
АСУ – автоматизована система управління
ПЛК – програмований логічний контролер
МК – мікроконтролер
НВЧ – надвисока частота
ПЗ – програмне забезпечення
АЦП – аналого-цифровий перетворювач
ЦАП – цифро-аналоговий перетворювач
ЧЕ – чутливий елемент
ПО – панель оператора

					СУ-71.6.151.22.ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

ВСТУП

Автоматизація технологічних процесів в деревообробній промисловості є одним із значущих факторів для економіки України, враховуючи великі обсяги заготівлі деревини та експорту виробів з дерева листяних і хвойних порід. Цим визначається актуальність даного проекту, присвяченого розробці системи автоматизації технологічного процесу в агрегаті сушіння деревини камерного типу.

Технологічним об'єктом, для якого розробляється система автоматизації, є камерний сушильний агрегат (КСА). КСА призначений для пакетного сушіння дошок і брусків хвойних порід дерева. Максимальна завантажувальна маса пакету заготовок складає 50 куб.м. В якості енергоносія використовується природний газ. На сьогоднішній день, сушка деревини та пиломатеріалів проводиться, в своїй більшості, в камерах сушіння конвективного типу, дана технологія не є енергоефективною, а сам процес сушіння займає багато часу, але даний спосіб є найбільш бюджетним варіантом для більшості підприємств по деревообробці, а також багато підприємств які працюють не перший десяток років використовують застаріле обладнання і не мають змоги придбати нове. Саме тому, розробка автоматизованої системи сушки деревини на основі конвективної сушильної камери, з використанням сучасних засобів автоматизації є актуальною та дозволить вагомо підвищити показники якості сушки, зменшити енерговитрати технологічного процесу та необхідний для сушки час.

Метою даного дипломного проекту є розробка автоматизованої системи сушки деревини в конвективній сушильній камері, яка володітиме технічними показниками наближеними до потрібного оптимуму, високою надійністю та простим інтерфейсом управління для користувача-оператора. Для вирішення питань контролю та автоматизації, у дипломному проекті передбачено використання різноманітних датчиків, виконавчих та допоміжних механізмів.

На підставі проведеного аналізу технологічної схеми сушарки та регламенту технологічного процесу визначені задачі автоматизації, запропонована функціональна схема системи автоматизації та вибрані технічні засоби для її технічної реалізації. Розроблені локальні системи управління виконавчими механізмами та комп'ютерно-інтегрована система управління агрегатом. Запропоновані інженерні рішення щодо охорони праці обслуговуючого персоналу при експлуатації КСА. Можливість технічної реалізації запропонованої системи автоматизації забезпечена комплектом конструкторської документації.

СУ-71.6.151.22.ПЗ

Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

РОЗДІЛ 1

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕРЕВОСУШИЛЬНОГО АГРЕГАТА КАМЕРНОГО ТИПУ

1.1 Агрегат сушіння деревини як об'єкт технології

Сушіння матеріалів є енергоємним процесом, зв'язаним зі значною витратою палива, пару, а також електроенергії, а отже використання високоточної автоматики дозволить значно скоротити термін сушіння та знизити енергетичні затрати. Сушать деревину у виді пиломатеріалів (дошок, брусів, заготовок), шпону (тонколистового матеріалу), трісок, стружки і волокон. Також поширеним є сушіння круглих лісоматеріалів (деталі опор ліній електропередачі, зв'язки, будівельні деталі). Деревину висушують з метою: попередження розміро- і формозмінності деталей; запобігання псуванню і загниванню; збільшення питомої міцності; підвищення якості подальшої обробки і склеювання [1].

Після повного аналізу предметної області, розгляду видів сушки деревини та їх реалізації, прийняте рішення, об'єктом автоматизації вибрати конвективний сушильний агрегат камерного типу періодичної дії у виді типової фронтальної камери з завантаженням 50 куб.м. вилковим навантажувачем.

Камерне сушіння пиломатеріалу – найбільш популярний спосіб зневоднення деревини, що проходить у відповідних приміщеннях які називають камерами. Зазвичай камерним називають конвективно-тепловий вид сушіння реалізований на різних конструкціях.

Вибір режиму сушки обирається в залежності від бажаного сухого матеріалу, адже тривалість самого процесу при м'якому та форсованому режимах відрізняється приблизно у 2 рази, а також від кінцевого призначення матеріалу, адже режим прямо пропорційний до міцності деревини отриманої в завершенні самого процесу [2].

Міграція повітря в камерах відбувається за допомогою відцентрових, або осьових вентиляторів. Значення швидкості циркуляції повітряних мас по штабелю в сучасних камерах коливається в межах від 1,0 до 5,0 м/с у залежності від породи деревини[3].

Через особливості розвитку напружень всередині деревини, найбільш важливим є початковий період сушіння матеріалу до середньої вологості 30%. Саме тому режими камерного сушіння побудовані так, що на першому ступені процесу була усунена найбільша частина вологи, а по тривалості цей ступінь займає від 40 до 45% усього терміну сушіння матеріалів. Для пиломатеріалів твердих листяних порід сушіння потрібно проводити в особливих низькотемпературних умовах при середній температурі близької до 40 °С, адже в даному випадку процес підсушування є керованим, а тривалість такого процесу в 6-8 разів менший ніж під час атмосферного сушіння, значно зменшується і ступінь нерівномірності просушування усього штабеля.

За принципом роботи розрізняють камери періодичної і неперервної дії. При використанні камер періодичної дії після закінчення сушіння повністю розвантажують і на цей час її виключають. Камера неперервної дії являє собою тунель із щільними дверима в обох кінцях. Матеріал висихає під час повільного руху штабелів на вагонетках уздовж тунелю [4].

Газові сушарні обігріваються гарячою водою. Головним принципом газових сушарок є використання газового котла для нагрівання води, яка по системам труб надходить до теплообмінника де за допомогою вентиляторів нагріває повітряні маси які забезпечують відведення надлишкової вологи з деревини та напвляють її до заслінок та виведення в атмосферу.

						СУ-71.6.151.22.ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			6

Тиск всередині камери також є важливим параметром для сушіння деревини. Потрібно завжди контролювати тиск в потрібних межах, адже це відіграє важливу роль у рівномірному прогріву штабеля, що в свою чергу позитивно впливає на якість кінцевого матеріалу. Зовній вигляд сушильного агрегату деревини камерного типу подано на рис 1.1.



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд сушильного агрегату деревини камерного типу

1.2 Конструкція, елементний склад, призначення елементів

Для підвищення ефективності і видатності установок використовують збільшення напруги об'єму сушильної камери за вологою, сушильні агенти з високою початковою температурою, комбіновані методи енергопідведення, раціональне включення сушильних установок в енергетичну та теплову схеми підприємства тощо. Ефективність сушильних установок багато

в чому залежить від обраних методів та режимів сушіння, типу сушильної установки та її розрахунку. Проектування повинно базуватися на відомих нам основних принципах технології сушіння: в залежності від властивостей об'єктів сушіння вибирається найбільш раціональний метод і оптимальний режим сушіння і на цій основі проводять вибір або розробку сушильної установки. В основі конструкції камерні сушарки (рис. 1.2) являють собою герметичну камеру, усередині якої висушуваний матеріал розташовується на полицях, сітках, листах або на рухомих вагонетках. У таких сушарках можна висушувати і великогабаритні матеріали, і сипучі вологі продукти, а також пастоподібні і рідкі матеріали. Процес сушіння проводиться в періодичному режимі.

						СУ-71.6.151.22.ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			7

Таблиця 1.2 – Технологічний процес сушіння в залежності від товщини деревини

Волога деревини, %		Номер режиму для пиломатеріалів товщиною, мм						
		1	2	3	4	5	6	7
		до 22	23 і 25	26 і 32	33 і 40	41 і 50	51 і 60	61 і 75
Нормальний режим (Н)								
>35	T i Δt, °C	83 і 9	79 і 7	79 і 6	75 і 5	73 і 5	71 і 4	64 і 3
35 ... 25	t i Δt, °C	88 і 14	84 і 12	84 і 12	80 і 10	77 і 9	75 і 8	68 і 7
<25	t i Δt, °C	110 і 36	105 і	105 і 32	100 і 30	96 і 27	85 і 24	85 і 24
Жорсткий режим (Ж)								
>35	T i Δt, °C	94 і 11	92 і 10	92 і 8	90 і 7	87 і 6	83 і 5	73 і 4
35 ... 25	t i Δt, °C	99 і 16	97 і 15	97 і 13	95 і 12	92 і 11	88 і 10	78 і 9
<25	t i Δt, °C	125 і 42	123 і	123 і 39	120 і 37	115 і	110 і 32	98 і 29

Основною вимогою до сушильних установок є забезпечення рівномірного сушіння матеріалу та отримання продукції високої якості в усьому об'ємі камери при високих техніко-економічних показниках: мінімальних габаритах самої камери та мінімальних витрат на побудову сушарки, мінімальних затрат електроенергії та теплоти на висушування сировини, простому ремонті обладнання та інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу керування.

Рівномірність процесу сушіння є одним із основних параметрів особливо для установок, сушіння матеріалів, в яких початкова вологість може змінюватись в широких межах. Важливою вимогою є можливість висушування партій сировини з різною вологістю за один прохід. Для зменшення тривалості сушіння важливо інтенсифікувати процеси зовнішнього теплообміну, для багатьох матеріалів інтенсифікація процесів внутрішнього переносу теплоти і маси.

Технологічний процес висушування лісових заготовок ілюструє технологічний алгоритм робочого циклу КСА.

Перший етап - прогріваємо деревини, під час чого волога з неї не убуває, при цьому волога, що знаходиться в зовнішніх зонах, нагрівається сильніше, ніж у внутрішніх, і це викликає рух її зовні всередину. Якщо при цьому ми не уповільнимо вологовіддачу з поверхні, то зовнішні шари пересохнуть і можуть розтріскатися. Тому прогрівати штабель пиломатеріалів треба обов'язково при високій відносній вологості агента сушки, щоб звести вологовіддачу до нуля.

Другий етап - сушка деревини від високої початкової вологості до так званої критичної, що дещо перевищує значення вологості межі гігроскопічності (межі насичення волокон) 28-30 %. На цьому етапі з деревини видаляється уся вільна волога, і процес сушки протікає найбільш інтенсивно.

Третій етап - сушка від критичної вологості до заданої кінцевої. На цьому етапі з деревини видаляється пов'язана волога. Процес йде набагато повільніше, ніж на другому етапі.

Четвертий етап - охолодження пиломатеріалів. В деяких випадках йому передують кондиціонування.

На підставі викладеного вище можемо зазначити задачі автоматизації технологічних процесів сушіння лісоматеріалів у КСА:

- підтримка заданого температурного режиму;
- підтримка заданої вологості повітряних мас в камері;
- координаційне управління виконавчими механізмами КСА.

1.4 Аналітичний огляд відомих систем автоматизації

Існує відома система управління яка базується на контролері KDM-E (KILN DRIER MANAGER)



Рисунок 1.3 – Зовнішній вигляд контроллера KDM-E

Дана система забезпечує контроль потрібних параметрів таких як температура і вологість в автоматичному режимі, а також є можливість введення власних налаштувань. Дозволяє здійснювати повне і максимально точне управління і контроль процесу сушіння одночасно в декількох камерах. Пульт може бути віддалений від камери на відстань до 1 км і підтримує можливість віддаленого доступу і діагностики Технічною Сервісною службою, для оперативного вирішення виникаючих питань. Програмне забезпечення включає бібліотеку всіх основних режимів для найпоширеніших порід деревини, дозволяє дистанційно керувати процесами сушіння, проводити діагностику, архівувати, аналізувати і роздруковувати графіки сушіння.

Найчастіше дану систему використовують для камер об'ємом 50 куб.м. які включають в себе триходовий кран (CONTROLLI Італія) з електричним приводом для автоматичної підтримки температури нагріву камери. Електропривод дозволяє підвищити точність зміни температури в камері і повністю виключає людський фактор, в процесі регулювання температури. Алюмінієві засувки (шиберні заслінки) розташовуються на даху сушильної камери в кількості 2 шт. Всі засувки оснащені електроприводами (VILEMO Швейцарія) ступінь відкриття регулюється автоматично комп'ютером і відображається на моніторі у оператора. Система вентиляції складається з реверсивних вентиляторів з 8 лопатями діаметром 800мм або і двигунів (NERI MOTORI Італія) в тропічному виконанні клас захисту IP 55, потужністю 4 кВт. У камері встановлені кліматичні групи з встановленими датчиками температури, целюлозними пластинками для вимірювання EMC (рівноважної вологості повітря) і датчиками для вимірювання вологості деревини. Дані про параметри сушки і про стан виконавчих елементів надходять в систему контролю безперервно. Стан процесу сушіння контролюють 2 пари датчиків температури і вологості, а також 8 пар датчиків вологості деревини [6].

При роботі даний електронний контролер постійно інформує клієнта про неполадки або проблеми виникають з обладнанням або процесом сушіння, що дозволяє замовнику вчасно уникнути серйозних проблем. Управління контролером настільки просто і інтуїтивно, що дозволяє навчити за короткий термін його користування навіть непідготовлений спеціально персонал. Система управління контролером повністю російською мовою.

Головним мінусом даної системи управління є висока ціна, унеможливується коренева налаштування камери в залежності від геопозиції, а також стає неможливим ремонт та заміна деталей що вийшли з ладу, адже дана камера виготовлена закордоном.

Система управління камерного агрегату «Геліос» на базі контроллера БУС-020



Рис 1.4 – Зовнішній вигляд контроллера БУС-020

Мікропроцесорні і Мікрокомп'ютерні блоки працюють автономно і повнофункціонально, забезпечуючи проведення сушки в автоматичному режимі, але при підключенні комп'ютера, ноутбука, можливості роботи зі статистичними даними, зручність, ступінь візуалізації зростає на порядок.

Дана система управління дозволяє здійснювати сушку деревини повністю в автоматичному циклі за допомогою підключення до систем управління сушінням деревини БУС-020, вимірювальних модулів Аіп 9-03 (вимірює температуру і вологість повітря, вологість деревини), Тіп 4-01 (вимірює температура деревини, теплоносія, температуру повітря за межами камери), модуля введення-виведення Аіо - 02 (управляє приводами з аналоговим управлінням або інверторними джерелами живлення); підключати на одне робоче місце оператора достатня в рамках підприємства кількість камер на розумному віддаленні до 500 метрів). Програма управління сушінням деревини «Геліос» також дозволяє:

- вибирати з бібліотеки найбільш підходящу програму сушіння деревини (вкладену або модифіковану);
- створювати власні режими технологічних процесів сушки деревини;
- змінювати параметри управління в процесі сушіння деревини.
- спостерігати і керувати процесом сушіння через Інтернет-браузер з будь-якого комп'ютера або смартфона через web-інтерфейс. При реалізації даної опції потрібне постійне підключення комп'ютера або блоку управління БУС-020 до Інтернету;
- виробляти оповіщення про неполадки і відхилення в роботі сушильних камер по електронній пошті і СМС - повідомленнями на мобільний телефон з широкими можливостями налаштування в необхідному обсязі інформованості, як для оператора, так і для керівника підприємства;
- зберігати, обробляти, редагувати необмежену кількість режимів сушіння, передавати режими сушіння і параметри управління на інші робочі місця;
- дистанційно керувати в ручному режимі виконавчими пристроями сушильної камери;
- фіксувати параметри сушильної камери і деревини в разі аварійної ситуації для

РОЗДІЛ 2

ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ

2.1 Характеристика об'єкта автоматизації

Головними характеристиками об'єкта є техніко-економічні показники та показники якості кінцевого матеріалу. На дані показники, в сушарці камерного типу впливають:

- електрична енергія, що використовується для живлення електрообладнання;
- витратні матеріали.

На якісні показники впливають:

- швидкість роботи заслінок та клапанів;
- підтримка оптимальної температури для деревини;
- підтримка оптимальної вологості в камері;
- алгоритми підтримки нормального робочого стану.

Підтримка своєчасного закривання та відкривання заслінок забезпечує ефективний контроль за температурою та вологістю в камері, швидкість увімкнення вентиляторів забезпечую своєчасну циркуляцію повітря всередині камери, від насосу та електромагнітного клапану залежить ступінь нагрівання деревини. Контроль за даними параметрами забезпечить витрату ресурсів на певному рівні, при правильному налаштуванні алгоритмів роботи можна добитися оптимальної кількості витрат реагентів та економії електроенергії. Це ілюструє схема матеріальних та інформаційних потоків подана на рис. 2.1. та кресленням СУ-71 6.151.22.A1.

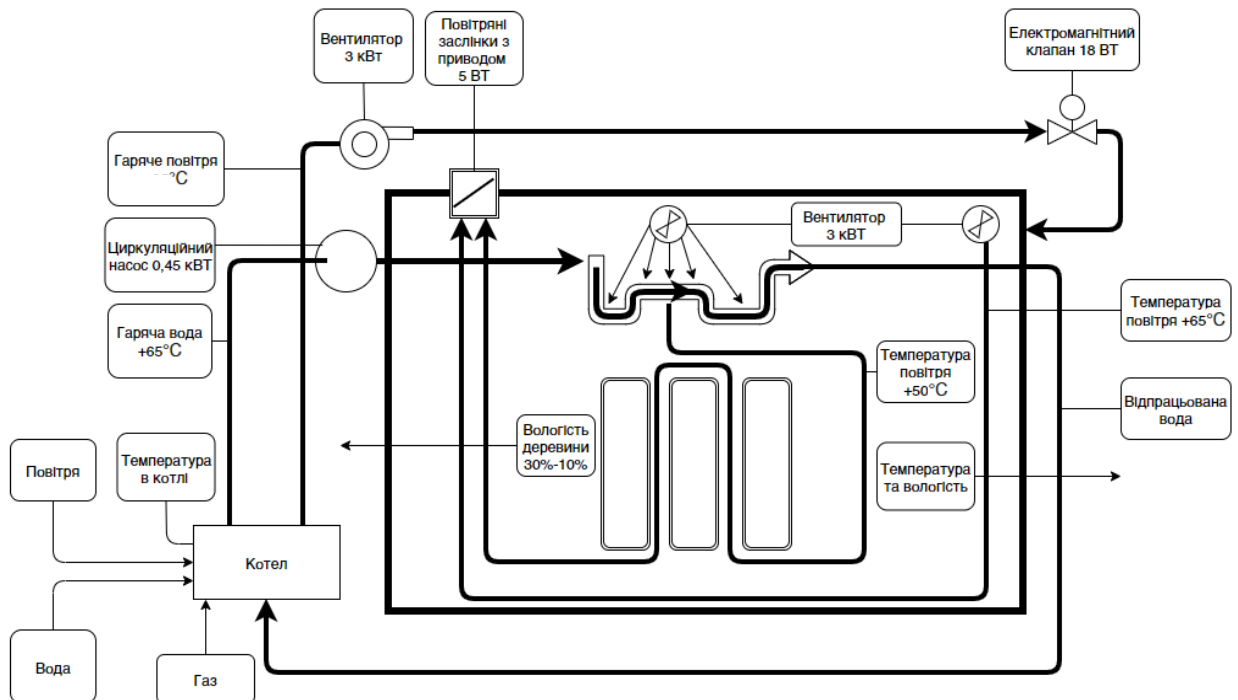


Рисунок 2.1 – Схема матеріальних та інформаційних потоків КСА

Система управління КСА повинна забезпечити автоматичний контроль головних параметрів якими є температура та вологість. Головною ціллю сушіння деревини є виведення надлишкової вологості з деревини, тому цей параметр є в пріоритеті, отже система автоматизації

						СУ-71.6.151.22.ПЗ	
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			14

газового котла, де використовується повторно. Даний контур проілюстровано на рис 2.3.

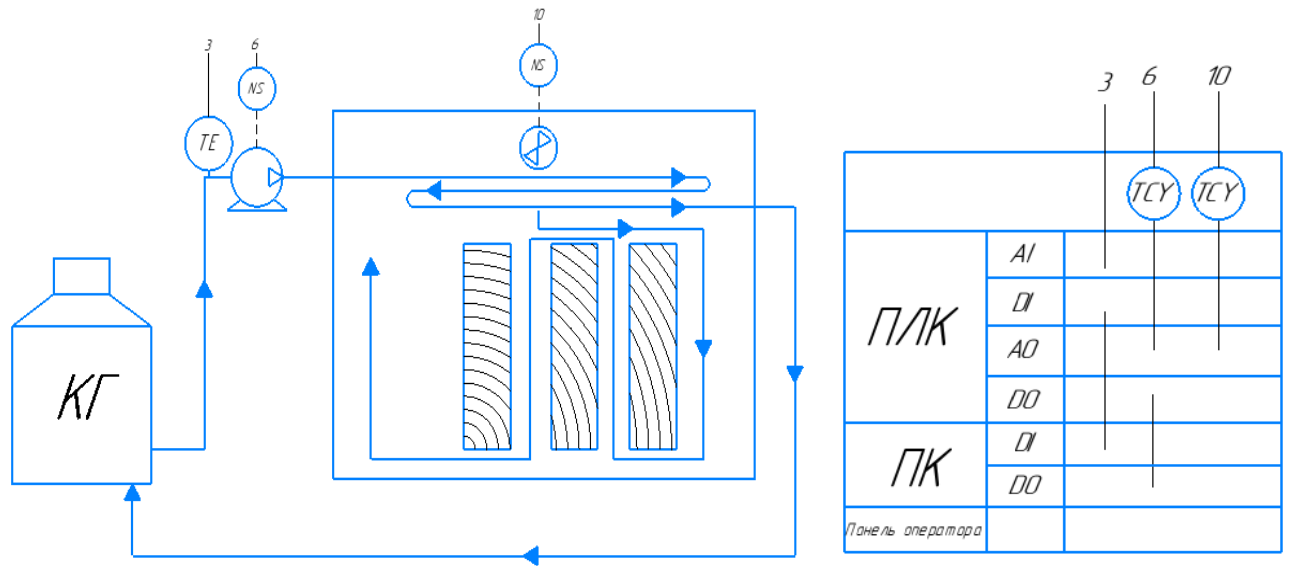


Рисунок 2.3 – Перший нагрівальний контур

Другий нагрівальний контур

Якщо температура в повітропроводі, яка вимірюється за допомогою датчика ТЕ відповідає заданій, то вмикається відцентровий вентилятор через пристрій плавного пуску та відкривається електромагнітний клапан по сигналу ТСУ, гаряче повітря надходить до камери, де осьовий вентилятор, запущений пристроєм плавного пуску NS, направляє потік гарячого повітря по всій території камери. Другий нагрівальний контур проілюстровано на рис 2.4.

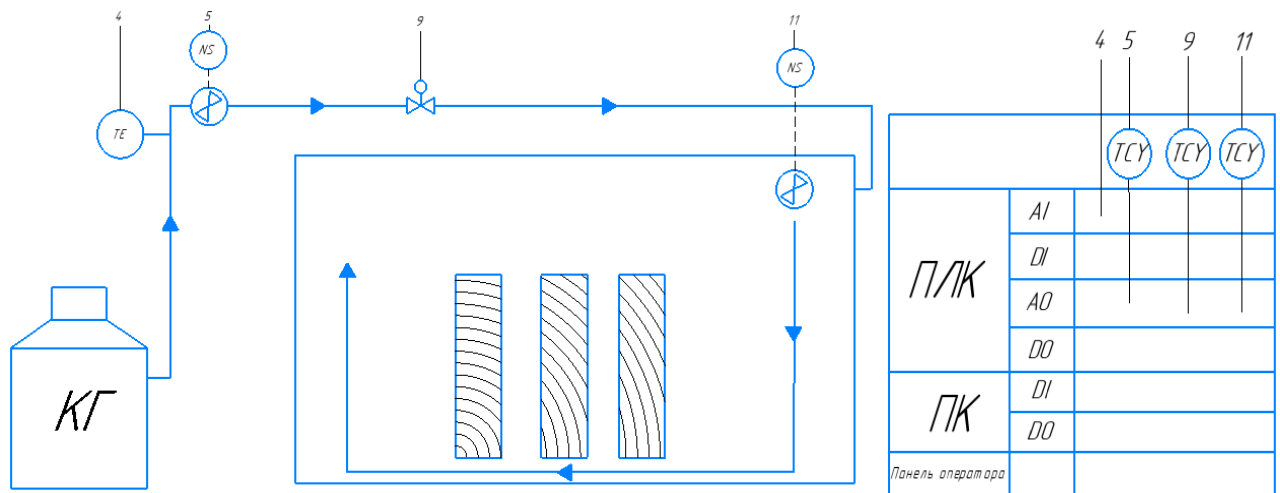


Рисунок 2.4 – Другий нагрівальний контур

Контур регулювання тиску, температури та вологості в камері

Збирається інформація про вологість штабеля деревини завдяки датчику МЕ, температуру всередині камери, датчиком ТЕ, вологість в камері, датчиком МЕ та тиску в камері, датчиком РЕ, дані обробляються і якщо вологість штабеля відповідає заданій, процес завершений, якщо вологість вище норми, то відповідний керуючий сигнал від ПЛК надходить до електроприводу

М і надлишок вологості та виходить в атмосферу, після нормалізації параметрів заслінки знову повертаються в початкове положення. Контур розглянутий на рис 2.5.

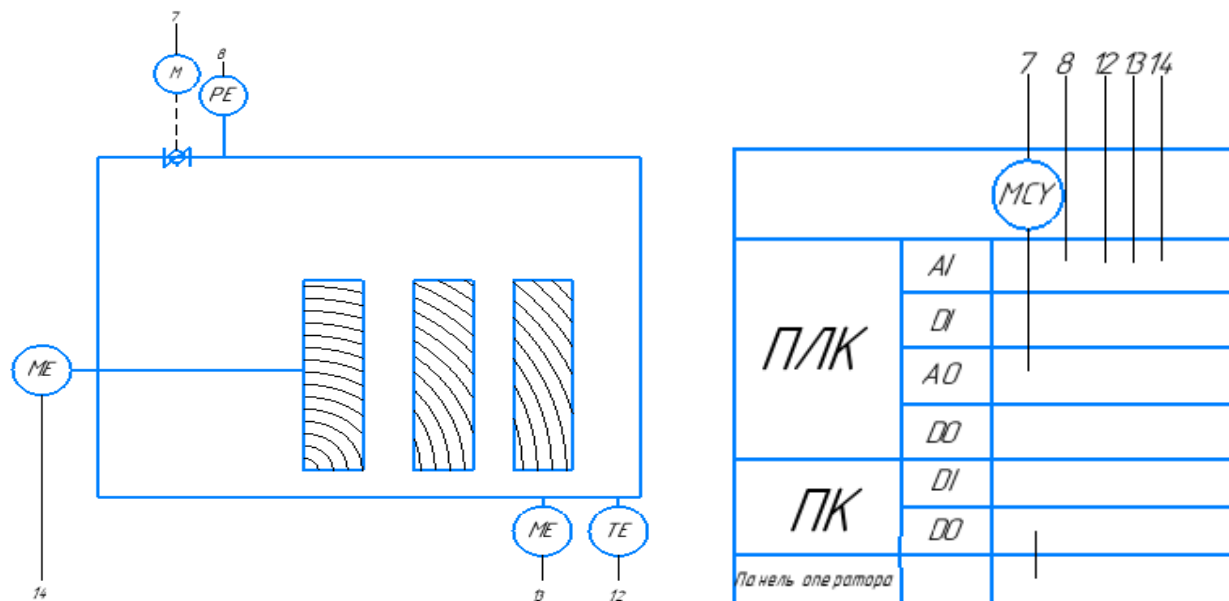


Рисунок 2.5 - Контур регулювання тиску, температури та вологості в камері

За результатами проведеної обробки розроблених контурів регулювання, складаємо таблицю вхідних сигналів див. табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Таблиця вхідних сигналів

№ п/п	Сигнал	Діапазон вимірювань	Кількість точок	Тип сигналу
1	Вологість штабеля деревини	0 - 90 °С	1	4 – 20 мА/RS - 485
2	Температура газового котла	0 - 140 °С	1	4 – 20 мА
3	Температура в середині камери	0 - 95 °С	1	4 – 20 мА
4	Температура у водяному контурі	0 - 90 °С	1	4 – 20 мА
5	Вологість в камері	4 – 90%	1	4 – 20 мА/RS - 485
6	Рівень води в резервуарі	0 – 2 м	1	4 – 20 мА
7	Витрати повітря з резервуару	0 – 1 м. куб.	1	4 – 20 мА
8	Тиск в камері	900 - 1500 мбар	1	4 – 20 мА
9	Температура у повітряному контурі	0 - 100 °С	1	4 – 20 мА

СУ-71.6.151.22.ПЗ

По таблиці вхідних сигналів, а також опираючись на функціональну схему автоматизації складемо таблицю вихідних сигналів, яка стане базовою для підбору відповідних виконавчих механізмів в КСА див. табл. 2.2.

№ п/п	Сигнал	Діапазон вимірювань	Кількість точок	Тип сигналу	Виконавчий механізм
1	Циркуляція води	0..1	1	Дискретний	Циркуляційний насос (0.45 кВт) через пристрій плавного пуску (1.5 кВт)
2	Подача води	0..1	1	Дискретний	Електромагнітний клапан
3	Подача повітря до котла	0..1	1	Дискретний	Електромагнітний клапан
4	Подача повітря до камери	0..1	1	Дискретний	Відцентровий вентилятор (3 кВт) через пристрій плавного пуску (7.5 кВт)
5	Циркуляція повітря по камері	0..1	2	Дискретний	Осьовий вентилятор (3 кВт) через пристрій плавного пуску (7.5 кВт)
6	Подача повітря до камери	0..1	1	Дискретний	Електромагнітний клапан
7	Виведення надлишку температури, вологості та тиску	0..1	1	Дискретний	Електропривод(2,6 Вт)

2.4 Висновки

В даному розділі було описано функціональну схему автоматизації КСА, на основі чого було складено таблиці вхідних та вихідних сигналів, а також розглянуті контури регулювання технологічних параметрів такі як:

- контур подачі витратних матеріалів;
- перший нагрівальний контур;
- другий нагрівальний контур;
- контур регулювання тиску, температури та вологості в камері.

РОЗДІЛ 3
ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

3.1 Давачі та виконавчі механізми

3.1.1 Давач температури ОВЕН ДТПЛ104-00.120/0,2

Для вимірювання температури в процесі сушки, був обраний давач серії ОВЕН ДТСхх4, а саме, ОВЕН ДТПЛ104-00.120/0,2. Він буде поміщений в захисну гільзу, а електричний кабель — в захисний кожух, що дозволить використовувати його для вимірювань у середовищі високої вологості та температури, адже аналізатор сигналу знаходиться поза агресивним середовищем, на відмінну від чутливого елемента. Діапазон вимірювання такого давача знаходиться в межах від $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+400\text{ }^{\circ}\text{C}$, чого цілком достатньо для наших потреб. Детальна інформація та зовнішній вигляд розглянуто в додатку А1.

3.1.2 Вологомір SWH-206-RS485

Давач призначений для безперервного збирання даних про вологість за допомогою кондуктометричних давачів, результати вимірювань передає через порт RS-485. Реалізований даний давач в захисному корпусі, тому дозволяється його використання в середовищах з підвищеною температурою, тиском та вологістю. Діапазон вимірювання вологості середовища коливається в межах від 6 – 90 %, а основна абсолютна похибка вимірювання вологості складає $\pm 2\%$. Детальна інформація про характеристики та зовнішній вигляд наведено в додатку А2.

3.1.3 Давач температури камери ОВЕН ДТС335-50М.В3.60

В якості давача контролю температури в камері було обрано ОВЕН ДТС335-50М.В3.60, який забезпечує точний контроль за температурою рідких, твердих та газоподібних речовин і передає зібрані дані через уніфікований вихідний сигнал 4-20 мА. Його головною особливістю для проекту є передача сигналу на відстань більше 10 метрів, а також висока точність вимірювань. Діапазон вимірювання давача складає від $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+180\text{ }^{\circ}\text{C}$, а номінальний опір навантаження 500 Ом. Інші характеристики та конструктивне виконання наведено в додатку А3.

3.1.4 Електромагнітний клапан ZW-50N

Нормально-закритий, соленоїдний електромагнітний клапан ZW-50N призначений для регулювання потоку рідин, або газу. Номінальна потужність такого електромагнітного клапану становить 18 Вт, а діаметри умовного входу відповідно 50 мм та 1 дюйм. Максимальний робочий тиск 8 бар, вид клапана мембранний. Його широко використовують в сільськогосподарських цілях, а також в промисловості. Більше інформації наведено в додатку А4.

3.1.5 Циркуляційний насос Grundfos UPS 25/60 180

Даний циркуляційний насос забезпечує стабільну подачу рідини до контурів нагріву, або охолодження, а також рівномірну циркуляцію води, як носія, по контуру. В якості рушійної сили використовується асинхронний двигун потужністю 0.45 кВт, а гранична робоча потужність до 170 л/хв. Насос може працювати з рідиною температура якої не перевищує граничну межу в $+110\text{ }^{\circ}\text{C}$. Детальна інформація та загальний вигляд циркуляційного насосу Grundfos UPS 25/60 180 наведена в додатку А5.

					СУ-71.6.151.22.ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

3.1.6 Пристрій плавного пуску для циркуляційного насосу АBB PSR3-600-70

Даний пристрій плавного пуску використовується для уникнення негативних наслідків високого пускового моменту, який в широкому часовому діапазоні може привести до виходу з ладу циркуляційного насосу. Максимальна потужність двигуна складає до 1.5 кВт, а номінальний струм 3,9 А. Детальні характеристики, а також зовнішній вигляд пристрою наведено в додатку А6.

3.1.7 Відцентровий вентилятор Soler&Palau CRMT/4-280/115-3

Відцентровий вентилятор Soler&Palau CRMT/4-280/115-3 є промисловим рішенням для забезпечення бажаного мікроклімату в приміщенні. Робоча температура повітря може дійти до граничних +300°C. Вентилятор оснащений трифазним двигуном, клас захисту IP55. Потужність 5500 м. куб. за годину. Інші характеристики, та зовнішній вигляд наведені в додатку А7.

3.1.8 Осьовий вентилятор Soler&Palau TCDT/4-800

Областю застосування осьового вентилятора TCDT / 4-800 є сушильні камери промислового типу, що обумовлено зовнішніми умовами, в яких може працювати пристрій: межею робочих температур до 85°C і відносною вологістю до 100%.

Прилад добре зарекомендував себе при тривалій роботі з сушіння деревини на деревопереробних підприємствах. Оптимальні габарити (896мм x 896мм x 342мм) і вага 50 кг дозволяють без значних зусиль монтувати вентилятор в канали відповідного типорозміру.

Потужність двигуна даного осьового вентилятора складає 3 кВт. Детальна інформація та інші характеристики наведено в додатку А8.

3.1.9 Електропривод NM230A

Електропривод для управління повітряними заслінками в системах вентиляції та кондиціонування повітря різних приміщень

- для управління повітряними заслінками площею приблизно до 2 м²;
- момент, що крутить 10 Нм;
- номінальна напруга 100 ... 240 В;
- управління: відкрито / закрито або трипозиційне;
- вбудований допоміжний перемикач;
- потужність Макс 2.6 Вт;
- кут повороту Макс 95°;
- ступінь захисту корпусу IP54;

Детальна інформація про електропривод NM230A наведена в додатку А9.

3.1.10 Давач тиску в камері МЕТРАН 3051SAL_A

Перетворювач тиску МЕТРАН 3051SAL_A забезпечує високу точність вимірювання, а також здатний працювати в агресивному середовищі від -40 до 149°C, також давач має захисний корпус, захищений за стандартом IP66. Діапазон вимірювання від 5.2 кПа до 1.034 МПа. Даний давач чудово підходить для вимірювань в сушильних камерах різного типу та має чудові показники довговічності. Детальна інформація по даний давач наведена в додатку А10.

					СУ-71.6.151.22.ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

РОЗДІЛ 4

КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ

ПРОЦЕСОМ СУШІННЯ ДЕРЕВИНИ

4.1 Алгоритм координованого управління виконавчими механізмами

4.1.1 Алгоритм роботи контуру подачі матеріалів

Алгоритм роботи контуру подачі матеріалів приведено на рис. 5.1.

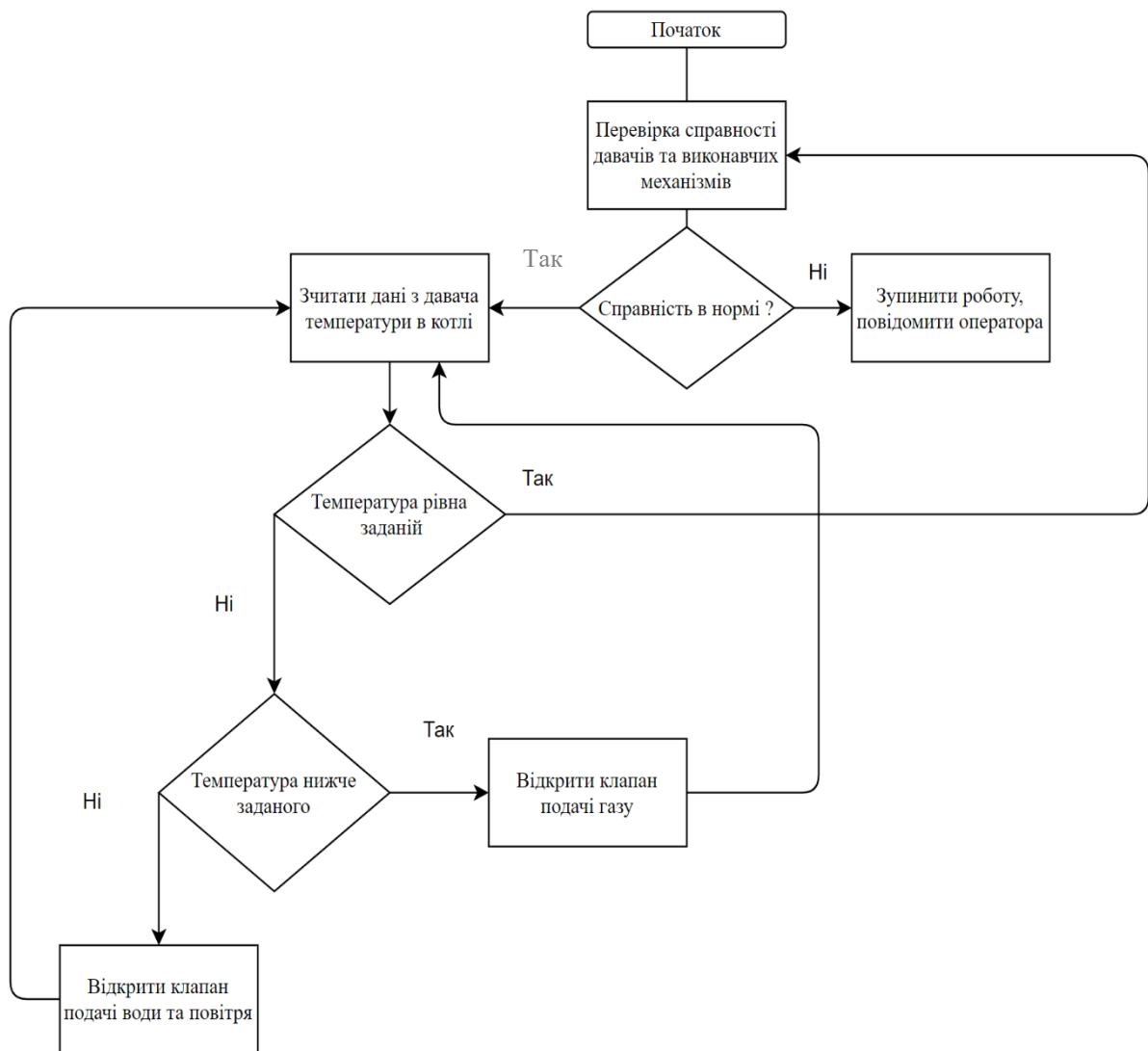


Рисунок 4.1 - Алгоритм роботи контуру подачі матеріалів

4.1.2 Алгоритм роботи першого нагрівального контуру

Алгоритм роботи першого нагрівального контуру представлено на рис. 5.2.

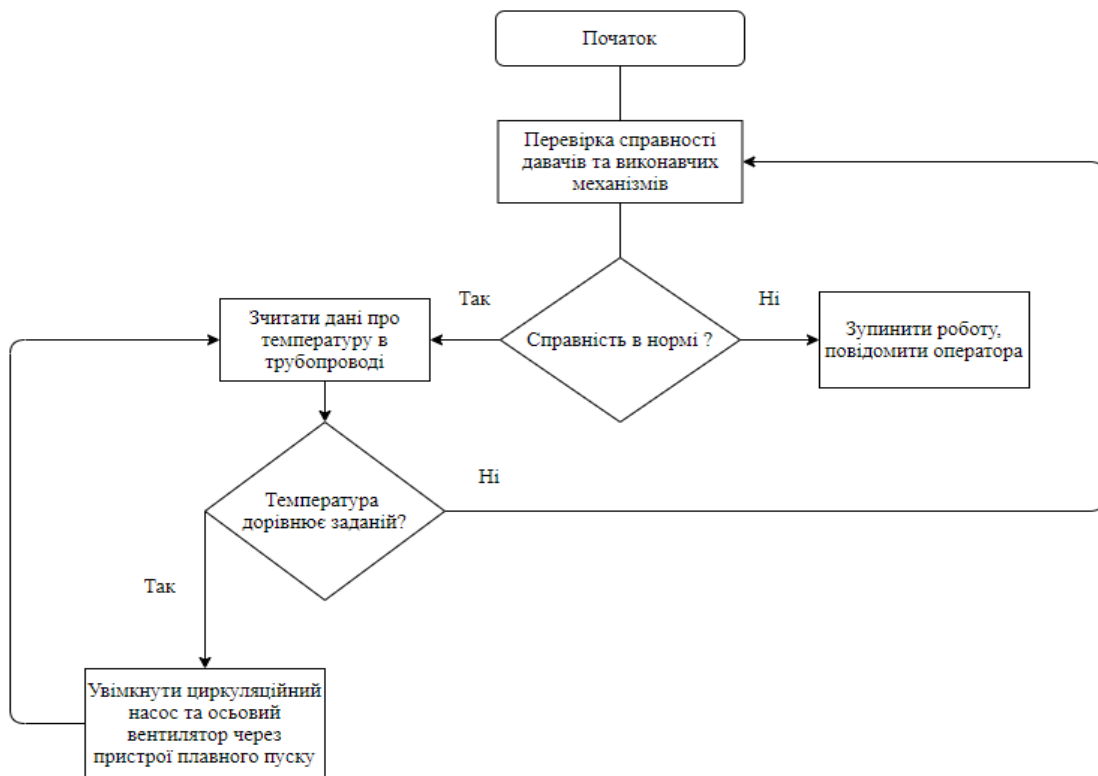


Рисунок 4.2 - Алгоритм роботи першого нагрівального контуру

4.1.3 Алгоритм роботи другого нагрівального контуру

Алгоритм роботи другого нагрівального контуру представлено на рис. 5.3.

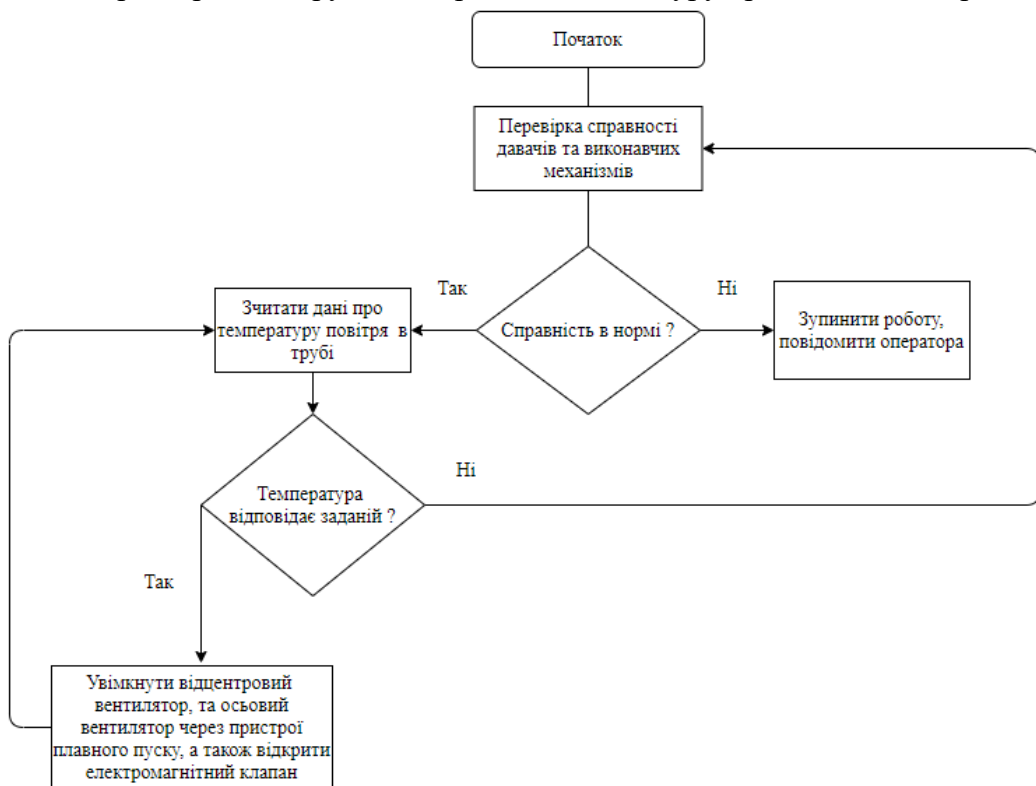


Рисунок 4.3 - Алгоритм роботи другого нагрівального контуру

4.1.4 Алгоритм роботи контуру регулювання тиску, температури та вологості в камері

Алгоритм роботи контуру регулювання тиску, температури та вологості в камері представлений на рис. 5.4.

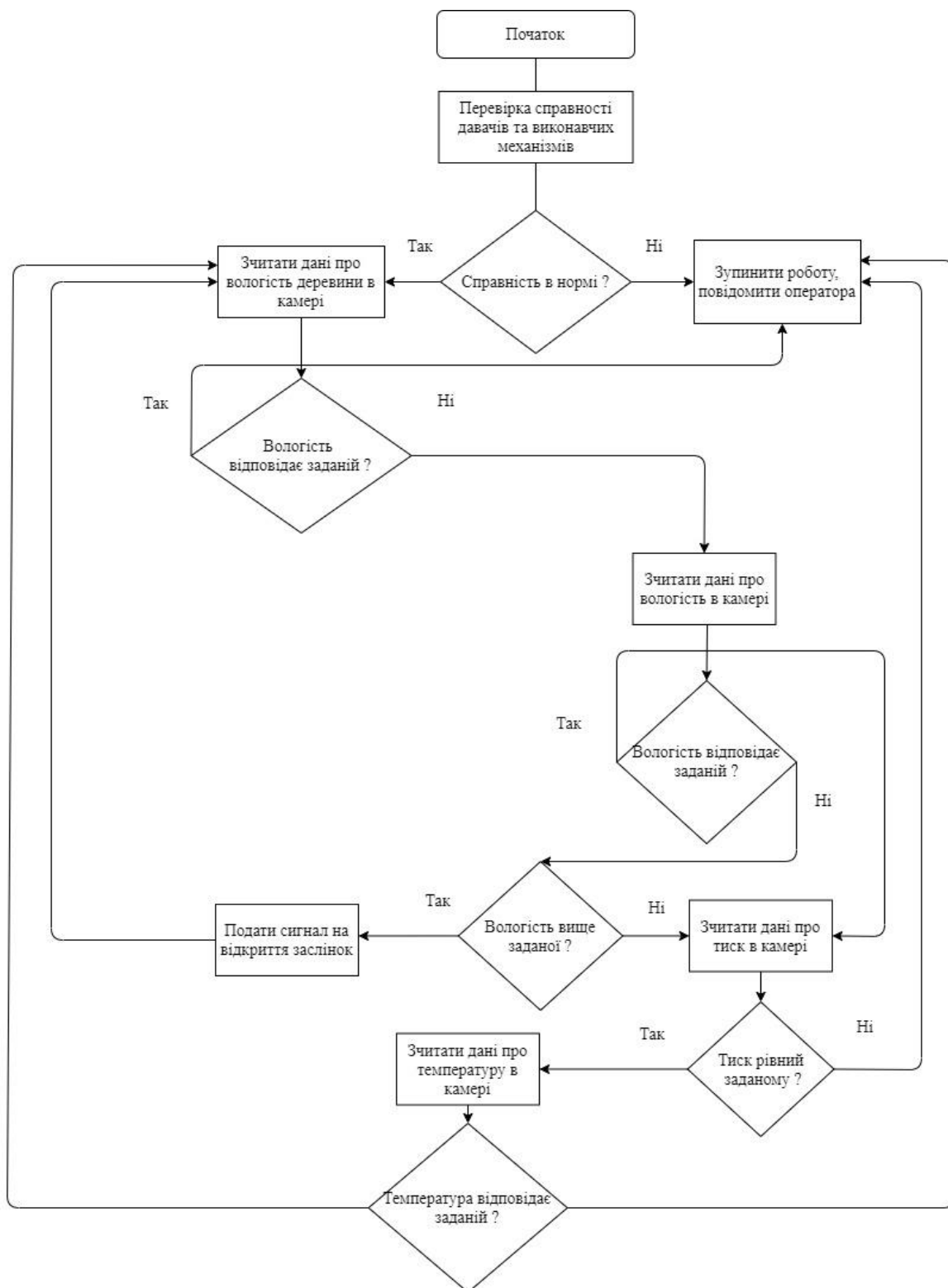


Рисунок 4.4 - Алгоритм роботи контуру регулювання тиску, температури та вологості в камері

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

Перед початком роботи з конвективним КСА усі працівники зобов'язані пройти відповідні інструктажі з техніки безпеки та ознайомитися з правилами та принципами безпечного використання відповідного обладнання. Питання з охорони праці в деревообробній промисловості, до якої відноситься наша установка, регламентовані та описані в НПАОП 20.0-1.02-05[7].

Під час виконання технологічних процесів в деревообробній промисловості необхідно враховувати небезпечні й шкідливі виробничі чинники відповідно до вимог державного стандарту "Небезпечні та шкідливі виробничі чинники. Класифікація" із зміною (ГОСТ 12.0.003-74), які можуть діяти на працівників [10].

Фізично небезпечні та шкідливі виробничі чинники:

- підвищений рівень вібрації;
- підвищений рівень ультразвуку;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищена чи знижена температура повітря робочої зони;
- машини і механізми, що рухаються; рухомі частини виробничого обладнання; рухомі вироби, заготовки, матеріали; конструкції, які руйнуються;
- підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони;
- підвищена температура поверхонь обладнання, матеріалів;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищений рівень інфразвуку;
- підвищена чи знижена іонізація повітря;
- підвищена чи знижена вологість повітря;
- підвищена чи знижена рухомість повітря;
- відсутність або недостатність природного світла;
- високий рівень напруги в електричному ланцюгу, замикання якого може пройти через тіло людини;
- підвищений рівень статичної електрики;
- підвищений рівень електромагнітних випромінювань;
- недостатня освітленість робочої зони;
- підвищена яскравість світла;
- знижена контрастність;
- підвищений рівень інфрачервоної радіації;
- підвищений рівень ультрафіолетової радіації;
- гострі краї, задирки, шорсткість на поверхнях заготовок, інструменту та обладнання[10].

СУ-71.6.151.22.ПЗ

ВИСНОВКИ

Автоматизація виробничих процесів в дерево оброблювальній галузі, а саме процесу сушіння деревини зберігає свою актуальність. Багато підприємств мають потребу в системі автоматизації, яка забезпечувала б високу ефективність, продуктивність та якість кінцевого продукту за мінімальну ціну та мінімальний час.

В даному дипломному проекті проведено огляд існуючих систем автоматизації, розроблено схеми інформаційно-матеріальних потоків та функціональну схему автоматизації, обрано давачі та виконавчі механізми базуючись на розроблені схеми. Проведено опис контурів регулювання, а також розроблено алгоритми функціонування для кожного з них. Наведено опис технологічного процесу сушіння деревини в конвективному агрегаті камерного типу.

						СУ-71.6.151.22.ПЗ	
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			30

