

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
(повне найменування вищого навчального закладу)

Навчально-науковий інститут інформаційних технологій і робототехніки
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра автоматики, електроніки та телекомунікацій
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

бакалавр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Автоматизація технологічного процесу пресування
деревоволокнистих плит»

Виконав: студент 4 курсу, групи 401-МЕ
спеціальності 141 «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Момот О.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник Кислиця С.Г.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Кожушко Г.М.


(прізвище та ініціали)

Полтава - 2025 рік

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Інститут Навчально-науковий інститут інформаційних технологій та
робототехніки
Кафедра Автоматики, електроніки та телекомунікацій
Ступінь вищої освіти Бакалавр
Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
автоматики, електроніки та
телекомунікацій

 О.В. Шефер
«01» квітня 2025 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРУ СТУДЕНТУ
Момоту Олега Івановичу

1. Тема роботи «Автоматизація технологічних процесів процесу пресування
деревоволокнистих плит»

керівник роботи Кислиця Світлана Григорівна, к.т.н., доцент
затверджена наказом вищого навчального закладу від 03.03.2025 року
№306/1-ф,а.

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 10.06.2025 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Гідравлічний прес ($T_p=190-195^{\circ}\text{C}$),
підведення в канали плит перегрітої води ($T_{п.в.}=250^{\circ}\text{C}$, $F^*_{п.в}=38 \text{ м}^3/\text{год}$).

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити) Аналіз процесу пресування деревоволокнистих плит. Вибір типу
структури систем автоматичного регулювання. Вибір технічних засобів
автоматизації. Розробка схем з'єднання та підключення зовнішніх проводок.
Розробка мнемосхеми для SCADA-системи процесу. Висновки.

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

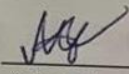
- 1) Актуальність, мета та задачі розроблення;
- 2) Схема автоматизації;
- 3) Принципова схема автоматизації;
- 4) Креслення загальних видів щита та пульта;
- 5) Креслення схеми з'єднань зовнішніх електричних проводок;
- 6) Креслення мнемосхеми процесу для SCADA-системи;
- 7) Графіки;
- 8) Висновки.

6. Дата видачі завдання 01.04.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Термін виконання етапів роботи			Примітка (плакати)
		Дата	Категорія	Відсоток	
1	Аналіз процесу пресування деревоволокнистих плит. Постановка задач на кваліфікаційну роботу	22.04.25	I	20%	Пл. 1
2	Вибір типу структури систем автоматичного регулювання	08.05.25		40%	Пл. 2,3
3	Вибір технічних засобів автоматизації. Розробка схем з'єднання та підключення зовнішніх проводок	22.05.25	II	60%	Пл. 4,5
4	Розробка мнемосхеми для SCADA-системи процесу	30.05.25		80 %	Пл. 6
5	Оформлення кваліфікаційної роботи бакалавра	10.06.25	III	100%	Пл. 7,8

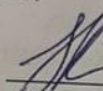
Студент


 (підпис)

Момот О.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


 (підпис)

Кислиця С.Г.

(прізвище та ініціали)

Зміст

РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	7
1. АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ПРЕСУВАННЯ ДЕРЕВОВОЛОКНИСТИХ ПЛИТ	8
1.1. Технологія процесу пресування ДВП	8
1.2. Основні параметри процесу пресування та їх вплив на якість плит	9
1.3. Процес пресування дереволокнистих плит як об'єкт управління	10
1.4. Постановка задач на кваліфікаційну роботу	13
2 ВИБІР ТИПУ СТРУКТУРИ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ	14
2.1 Вибір типу структури систем автоматичного керування	14
2.2. Аналіз об'єкта регулювання на основі матеріально-інформаційної схеми	15
2.3 Обґрунтування вибору структури систем автоматичного регулювання	18
2.4 Вибір датчиків, перетворювачів та виконавчих механізмів	19
2.5 Вибір та конфігурування контролера	21
2.6 Вибір конфігурації контролера DirectLogic05 D0-05DD-D	23
2.7 Вибір обладнання та приладів	25
2.8 Розробка схем з'єднання та підключення	26
2.9 Аналіз функціонування запропонованої системи регулювання	27
2.10 Побудова інтеграції з SCADA-системою	27
3 РОЗРОБКА ПРОЕКТНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ НА ЩИТИ ТА ПУЛЬТИ УПРАВЛІННЯ	29
3.1 Загальні вимоги	29
4. РОЗРОБКА МНЕМОСХЕМИ ДЛЯ SCADA -СИСТЕМИ ПРОЦЕСУ	36
4.1 Загальні принципи побудови	36
4.2 Принципи побудови мнемосхем в системі iFIX	42
4.3 Опис мнемосхеми	44
ВИСНОВКИ	48
Література	49
Додатки	51

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної роботи бакалавра Момота Олега Івановича

«Автоматизація процесу пресування деревоволокнистих плит»

Робота містить 51 сторінок, 11 рисунків, 2 таблиць та 12 використаних джерел літератури.

Ключові слова: пресування ДВП, автоматизація, ПЛК, контролер DirectLogic05, SCADA-система, температура, тиск, циклограма.

Метою даної роботи є розробка системи автоматичного керування процесом пресування деревоволокнистих плит для підвищення якості продукції та ефективності виробництва. У роботі виконано аналіз технологічного процесу, виділено критичні параметри — температура, тиск, вологість, які автоматизовано контролюються. Запропонована система побудована на базі ПЛК DirectLogic05 та інтегрована зі SCADA-системою для візуалізації та моніторингу процесу. Розроблено схеми підключення обладнання, обґрунтовано вибір технічних засобів автоматизації, виконано оцінку ефективності запропонованих рішень. Модернізована система після дослідної перевірки може бути впроваджена у виробництво.

ABSTRACT

of the qualification work of the bachelor Momot Oleh Ivanovych

"Automation of the Fiberboard Pressing Process"

The work contains 51 pages, 11 figures, 2 tables, and 12 sources of literature.

Keywords: fiberboard pressing, automation, PLC, DirectLogic05 controller, SCADA system, temperature, pressure, pressing cycle.

The purpose of this work is to develop an automatic control system for the fiberboard pressing process to improve product quality and production efficiency. The technological process was analyzed, and critical parameters — temperature, pressure, and moisture — were identified and automated. The proposed system is based on the DirectLogic05 PLC and integrated with a SCADA system for process visualization and monitoring. Equipment connection schemes were developed, the selection of automation tools was substantiated, and the effectiveness of the proposed solutions was evaluated. The modernized system, after pilot testing, can be implemented in production.

ВСТУП

Швидкий розвиток промисловості та зростаючі вимоги до ефективності виробництва вимагають постійного вдосконалення технологічних процесів. У деревообробній галузі, зокрема у виробництві деревоволокнистих плит (ДВП), процес пресування є важливим етапом впливає на якість, міцність та якість готової (ДВП). Традиційні методи контролю та управління цим процесом часто характеризуються значною часткою ручної праці, що призводить до можливих похибок, зниження продуктивності та збільшення енергоспоживання.

Актуальність роботи обумовлена необхідністю підвищення конкурентоспроможності виробництва ДВП на сучасному ринку. Автоматизація технологічних процесів пресування дозволяє не тільки оптимізувати параметри пресування, мінімізувати вплив людського фактора, а й забезпечити стабільність якості продукції, знизити виробничі витрати та покращити умови праці. Впровадження сучасних систем автоматизації відкриває шлях до створення гнучких, енергоефективних та екологічно безпечних виробництв.

Метою кваліфікаційної роботи бакалавра є розробка та обґрунтування підходів до автоматизації технологічного процесу пресування деревоволокнистих плит для підвищення якості продукції та оптимізації виробничих показників.

Для досягнення даної мети в потрібно вирішити наступні **завдання**:

- провести аналіз існуючих технологій та методів пресування деревоволокнистих плит.
- визначити ключові параметри процесу пресування, що вимагають автоматизованого контролю та регулювання.
- розробити функціональну схему системи автоматизації процесу пресування ДВП.

1. АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ПРЕСУВАННЯ ДЕРЕВОВОЛОКНИСТИХ ПЛИТ

Виробництво деревоволокнистих плит (ДВП) є складним багатостадійним технологічним процесом, ключовим етапом якого є пресування. Саме на цій стадії формується остаточна структура матеріалу, його щільність, міцність, тепло та звукоізоляційні властивості. Ефективність пресування безпосередньо впливає на якість кінцевої продукції та її конкурентоспроможність на ринку.

1.1. Технологія процесу пресування ДВП

Процес пресування ДВП полягає в перетворенні рихлої волокнистої маси, попередньо змішаної зі сполучною речовиною (найчастіше термореактивними смолами), на твердий і щільний матеріал під дією високої температури та тиску. Цей процес відбувається у пресах періодичної або безперервної дії.

Основні фізико-хімічні процеси, що відбуваються під час пресування, включають:

- Нагрівання: Волокнистий килим нагрівається до температур, необхідних для полімеризації смоли (зазвичай 160-220°C).
- Випаровування вологи: Надлишкова волога, що міститься у волокнах та смолі, випаровується, створюючи пористий простір та сприяючи зв'язуванню волокон.
- Пластифікація волокон та смоли: Під дією температури та тиску волокна деревини та смола розм'якшуються, набувають пластичності, що дозволяє їм краще злипатися.
- Стиснення та ущільнення: Механічна дія преса ущільнює волокнистий килим до заданої товщини та щільності.
- Полімеризація сполучного: Смола, нагріваючись, починає полімеризуватися, утворюючи тверду, міцну та водостійку структуру, що зв'язує волокна.

- Формування структури плити: Відбувається формування міцних зв'язків між волокнами та сполучною речовиною, що забезпечує необхідні фізико-механічні властивості плити.

1.2. Основні параметри процесу пресування та їх вплив на якість плит

Для ефективного управління процесом пресування та забезпечення високої якості ДВП необхідно контролювати та регулювати низку ключових параметрів:

- Температура плит преса: Є одним з найважливіших параметрів. Недостатня температура може призвести до неповної полімеризації смоли та низької міцності плит, тоді як надмірна температура може спричинити деструкцію волокон, пересушування поверхні та утворення внутрішніх дефектів. Оптимальний температурний режим забезпечує рівномірне прогрівання килима по всій товщині та ефективну полімеризацію.
- Тиск пресування: Впливає на щільність плити, її міцність та товщину. Занадто низький тиск призводить до недостатнього ущільнення та пухкості, тоді як занадто високий – до зайвого стиснення, що може пошкодити волокна та зробити плиту крихкою. Тиск зазвичай змінюється за певним графіком протягом циклу пресування.
- Час витримки під тиском (тривалість пресування): Визначає повноту протікання фізико-хімічних процесів. Недостатня витримка призводить до "недопресування" та низької міцності, а надмірна – до збільшення енерговитрат та зниження продуктивності.
- Вологість волокнистого килима: Оптимальна вологість (зазвичай 8-12%) необхідна для рівномірного розподілу температури, пластифікації волокон та повноцінного протікання реакцій полімеризації. Надмірна вологість може спричинити парові "мішки" та розшарування, а недостатня – ускладнити формування міцних зв'язків.

- Витрата та тип сполучного: Впливають на міцність, водостійкість та інші властивості плити. Необхідно підтримувати точне дозування смоли для забезпечення оптимального зв'язування волокон.
- Товщина та рівномірність волокнистого килима: Нерівномірність подачі волокна може призвести до неоднорідності щільності та товщини готової плити, що знижує її якість.

1.3 Процес пресування дереволокнистих плит як об'єкт управління

Результатом пресування дереволокнистих плит є отримання ДВП яке має вологість 2-5%, яка опосередковано формується режимами пресування циклограмою.

Ділянка гарячого пресування дереволокнистих плит (ДВП) включає кілька основних компонентів: завантажувальну та розвантажувальну платформи, що забезпечують процеси подачі сировини та вивантаження готової продукції; гідравлічний прес, у якому безпосередньо відбувається процес пресування; а також гідропривід, що здійснює підйом і змикання плит преса. До складу гідроприводу входять: циліндри преса, резервуар із робочою рідиною, гідрофори, а також насоси низького і високого тиску.

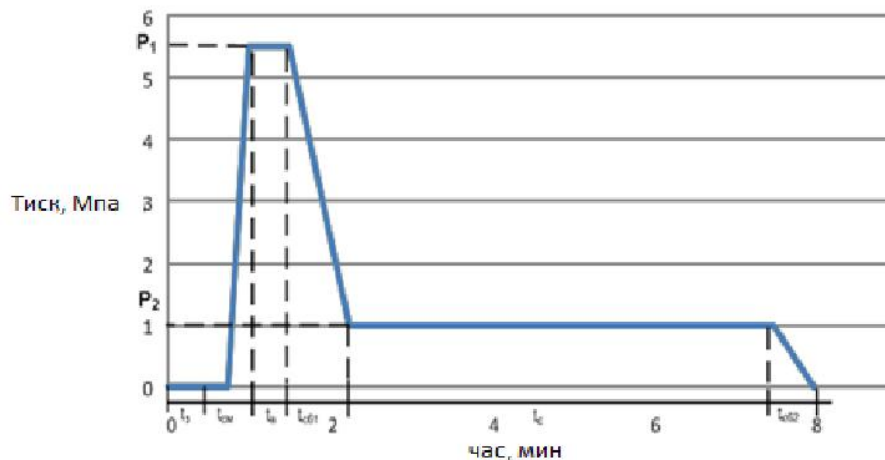


Рисунок 1.1 – Циклограма пресування

Робота преса полягає у витримці певної циклограми пресування у часі:

t_z - час завантаження деревоволокнистих килимів в прес (15с);

t_{cm} - час змикання плит преса та підйом тиску до P1 (60с);

t_v - час витримки при максимальному тиску P1 (30с);

t_{cb1} - час скидання тиску до P2 (25-35с);

t_c - час витримки при тиску P2 (300-330с);

t_{cb2} - час скидання тиску до нуля (20-30с).

Гідравлічний прес постійно нагрітий ($T_p=190-195^\circ\text{C}$) шляхом підведення в канали плит перегрітої води ($T_{п.в.}=250^\circ\text{C}$, $F^*_{п.в.}=38 \text{ м}^3/\text{год}$).

На транспортному піддоні деревоволокнистий килим (вологість $A^* = 68\%$) подається в прес за допомогою завантажувальної етажерки, яка знаходиться у крайньому нижньому положенні. Підйом етажерки здійснюється електродвигуном M1. Після завантаження піддону етажерка піднімається на один рівень вгору. Далі в етажерку заходить штовхач (двигун M6), який переміщує піддони всередину преса. Після цього етажерка повертається у вихідне положення.

Рух плит гідравлічного преса забезпечується циліндрами, які взаємодіють із такими елементами гідросистеми: гідрофорами (що відповідають за прискорення процесу); насосом низького тиску (двигун M2, який подає робочу рідину до водо-повітряного резервуара); насосом високого тиску (двигун M3, що забезпечує підвищення тиску в циліндрах преса); резервуаром із робочою рідиною.

Гідрофорна система включає два з'єднані трубопроводами баки-збірники. Вона взаємодіє з компресором (двигун M5) та насосом низького тиску. Компресор нагнітає повітря в повітряний резервуар під тиском 4–6 МПа. У верхній частині водо-повітряного резервуара зберігається стиснене повітря, а в нижній — робоча рідина для гідравлічного приводу.

Під час початкової фази робоча рідина під тиском 4–6 МПа подається в циліндри, піднімаючи плити преса. При цьому в дію вступають насоси низького тиску, які перекачують рідину з резервуару в гідрофор. Після повного змикання плит до циліндрів починає надходити рідина від насосів високого тиску, внаслідок чого тиск зростає до 5,5 МПа. У цей момент відбувається інтенсивне видалення вільної вологи з килима.

Досягнувши максимального тиску пресування, рідина з насосів високого тиску перенаправляється на злив. Після завершення фази пресування тиск у циліндрах знижується до 0,8–1 МПа і підтримується впродовж періоду сушіння (3,5–7 хв). У другій фазі пресування продовжується видалення вологи, доки її вміст не знизиться до $\neq 8\%$.

Після завершення сушіння тиск поступово скидається до нуля, а робоча рідина з циліндрів відводиться назад у резервуар. Прес розмикається, і розвантажувальний пристрій (двигун М7) переміщує піддони з гарячими плитами до розвантажувальної етажерки, яка керується двигуном М4.

Під час розробки систем автоматизації виробничих процесів визначають технологічні параметри, які потребують контролю та регулювання. Також встановлюють точки прикладання керуючих впливів і визначають канали їхнього проходження через об'єкт. З цією метою складають схему взаємодії технологічних параметрів об'єкта, виокремлюють основні та допоміжні канали передачі сигналу, після чого формують контури регулювання, що нейтралізують зміни параметрів на вході апарата. За потреби ці контури об'єднують між собою, а кількість контрольованих величин обирають мінімальною, проте достатньою для повного відображення процесу.

1.4. Постановка задач на кваліфікаційну роботу

На основі аналізу процесу пресування деревоволокнистих плит та виявлених проблем, що стосуються його автоматизації, можна сформулювати наступні конкретні задачі кваліфікаційної роботи:

1. Деталізувати технологічну схему процесу пресування ДВП, виділивши критичні точки контролю і управління, які повинні мати процес автоматизації.
2. Проаналізувати технічні засоби автоматизації, що застосовуються у виробництві ДВП.
3. Розробити функціональну та структурну схеми автоматизованої системи процесу пресування, що включатиме підсистеми контролю температури, тиску, часу та вологості.
4. Визначити оптимальні алгоритми управління ключовими параметрами процесу пресування для створення якості продукції та зменшення енергоспоживання.
5. Обґрунтувати вибір конкретних апаратних засобів (датчиків, контролерів, виконавчих механізмів) та програмного забезпечення для реалізації запропонованої системи автоматизації.

Вирішення цих задач дозволить розробити концепцію сучасної, ефективної та надійної системи автоматизації процесу пресування деревоволокнистих плит, що відповідатиме актуальним вимогам промисловості.

2 ВИБІР ТИПУ СТРУКТУРИ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ

2.1 Вибір типу структури систем автоматичного керування

Метою є отримання деревоволокнисті плити вологістю 2-5%, що досягається шляхом зміни кількості робочої рідини, що надходить прес.

Структурна схема САК показана на рисунку (2.1) . На цій схемі представлено вхідні впливи, вихідні параметри та характер їх взаємозв'язку. Аналіз процесу пресування деревоволокнистих плит як об'єкта управління дозволяє обґрунтувати вибір структури системи автоматичного регулювання.

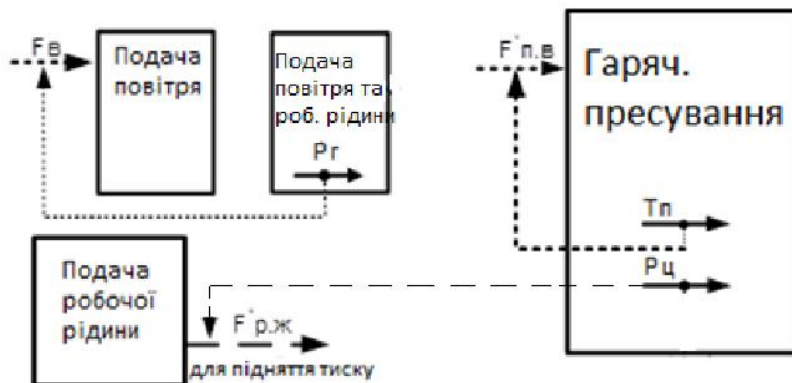


Рисунок 2.1 Структурна схема САК

Передбачені такі локальні САК та системи сигналізації:

- стабілізація температур плит преса шляхом зміни подачі всередину них гарячої води;
- стабілізація знаходження плит преса шляхом зміни подачі робочої рідини з гідрофорів;

Керуючі дії здійснюються за допомогою виконавчих механізмів, що впливають на матеріальні або теплові потоки. У процесі проектування систем автоматичного керування (САК) обирають один або декілька показників

ефективності технологічного процесу, задають необхідні обмеження, а також визначають статичні та динамічні характеристики об'єкта регулювання. Аналіз статичних характеристик дає змогу оцінити взаємозв'язок між різними параметрами та виділити ті регульовані величини, які найбільше впливають на хід процесу. Якщо об'єкт має кілька незалежних параметрів, для кожного з них створюються окремі контури регулювання. У разі наявності взаємозалежних регульованих величин, використовують контури регулювання, що враховують ступінь впливу керуючих сигналів на відповідні параметри.

2.2. Аналіз об'єкта регулювання на основі матеріально-інформаційної схеми

Для успішного проектування системи автоматичного регулювання критично важливим є глибоке розуміння об'єкта управління. У нашому випадку таким об'єктом є технологічний процес пресування деревоволокнистих плит, центральною ланкою якого є Гідравлічний прес.

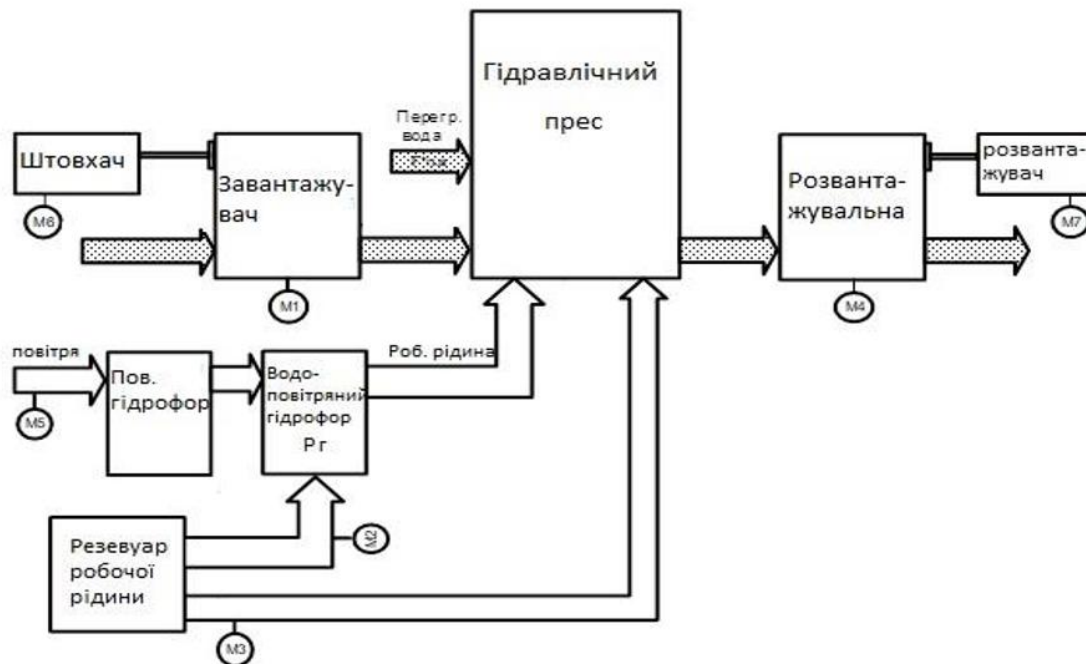


Рисунок 2.2 - Схема матеріальних потоків та їх інформаційних змінних

Детальний аналіз наданої матеріально-інформаційної схеми (Рис. 2.2) дозволяє ідентифікувати ключові параметри, вхідні та вихідні потоки, а також потенційні джерела збурень, що є фундаментом для вибору оптимальної структури системи автоматизації.

Зосередимо увагу на Гідравлічному пресі як основному об'єкті регулювання.

Ключові регульовані параметри (вихідні змінні об'єкта):

- Температура пресування: Це один з найважливіших параметрів, що визначає кінетику полімеризації сполучних смол, глибину прогріву волокнистого килима та, як наслідок, фізико-механічні властивості готової плити. Необхідно забезпечити стабільну та рівномірну температуру по всій площі преса, а також можливість її програмної зміни згідно з технологічним регламентом. Відхилення температури від заданої може призвести до "недоварювання" або "переварювання" плити, що спричинить її дефекти (низька міцність, розшарування, крихкість).
- Тиск у циліндрах преса: Цей параметр є визначальним для досягнення необхідної щільності плити, її товщини та внутрішньої структури. Тиск пресування також має змінюватися за певним графіком протягом циклу, забезпечуючи оптимальне ущільнення матеріалу та вихід пари. Неадекватний тиск може призвести до недостатнього ущільнення або, навпаки, до руйнування волокон.

Керуючі впливи (вхідні змінні, що впливають на об'єкт):

- подача робочої рідини: Схема чітко показує подачу робочої рідини до Гідравлічного преса як від Водоповітряного гідрофора, так і безпосередньо від Резервуара робочої рідини. Регулювання об'єму та тиску цієї рідини є основним способом управління тиском пресування.
- подача перегрітої води: Вказано як вхідний потік до Гідравлічного преса, що безпосередньо впливає на його температуру. Регулювання витрати або

температури цієї води є основним способом управління температурним режимом преса.

- Формований деревний килим: Хоча цей потік є матеріальним, його характеристики (рівномірність, товщина, вологість) впливають на процес пресування і можуть розглядатися як збурюючі впливи або параметри, що потребують попереднього контролю.

Збурюючі впливи:

- Нерівномірність волокнистого килима: Зміни в щільності або товщині килима, що надходить із "Загрузочної", можуть викликати локальні відхилення тиску та температури.
- Зміни властивостей сировини (волокна, смоли). Коливання у вологості волокна, концентрації або в'язкості смоли можуть впливати на процес полімеризації та ущільнення.
- Коливання тиску в системі подачі робочої рідини (P_r) та витрати робочої рідини ($F_{p.ж}$): Ці параметри, хоч і можуть бути керованими, є потенційними джерелами збурень для тиску в пресі.
- Зміни зовнішніх умов: Температура навколишнього середовища, стан обладнання (наприклад, знос ущільнень преса) також можуть впливати на стабільність процесу.

2.3 Обґрунтування вибору типу структури систем автоматичного регулювання

На основі детального аналізу об'єкта регулювання та його взаємозв'язків, як показано на матеріально-інформаційній схемі, стає очевидним, що найбільш доцільним вибором для автоматизації процесу пресування деревоволокнистих плит є використання багатозв'язної (многоконтурної) системи автоматичного регулювання.

Основні аргументи на користь багатозв'язної структури – це множинність взаємопов'язаних регульованих параметрів: Як було зазначено, ключовими параметрами є температура ($T_{\text{п}}$) та тиск ($P_{\text{ц}}$). Ці величини не є незалежними; зміна температури може вплинути на в'язкість смоли і, отже, на необхідний тиск для ущільнення, а зміна тиску впливає на теплообмін. Багатозв'язні системи здатні ефективно керувати такими взаємозалежними величинами.

Необхідність підтримки динамічних режимів. Процес пресування ДВП зазвичай не передбачає простого підтримання сталих значень температури та тиску. Навпаки, ці параметри повинні змінюватися за певною програмою протягом циклу пресування (наприклад, початковий високий тиск для ущільнення, потім зниження для виходу пари, подальше підвищення для допресування та полімеризації). Багатозв'язні системи, оснащені програмними регуляторами, дозволяють точно реалізувати такі складні графіки.

Зменшення впливу збурень. Оскільки існує багато потенційних збурень (нерівномірність килима, коливання тиску гідрофора, зміни властивостей сировини), незалежні контури регулювання (для $T_{\text{п}}$ та $P_{\text{ц}}$) у складі багатозв'язної системи дозволяють ефективно локалізувати та компенсувати ці збурення, забезпечуючи стабільність процесу.

Оптимізація ресурсів та якості продукції. Лише багатозв'язні системи здатні забезпечити комплексний підхід до управління, що дозволяє не лише підтримувати якість продукції, а й оптимізувати виробничі показники –

скоротити час циклу пресування, знизити витрати енергії та мінімізувати кількість браку.

Принципи функціонування багатов'язної системи.

Центральним елементом такої системи буде програмований логічний контролер (ПЛК) або промисловий комп'ютер, який:

- Приймає сигнали від усіх давачів;
- Виконує алгоритми регулювання (ПД-регулятори, програмні регулятори);
- Формує керуючі сигнали для виконавчих механізмів;
- Здійснює взаємодію з оператором через SCADA-систему відображаючи поточні параметри, тренди та аварійні повідомлення.

Вибір саме багатов'язної структури дозволяє створити гнучку та надійну систему, яка здатна адаптуватися до змінних умов виробництва, мінімізувати вплив збурень та забезпечити стабільно високу якість продукції ДВП, що є ключовим для сучасного конкурентного ринку.

2.4 Вибір датчиків, перетворювачів та виконавчих механізмів

У процесі автоматизації технологічного обладнання широко використовуються уніфіковані сигнали струму (4–20 мА), які передаються від первинних вимірювальних приладів до контролера. Такий тип сигналу забезпечує надійність зв'язку між елементами системи та стійкість до електромагнітних завад.

Сигнали, що передаються між компонентами системи (від датчика до контролера, від контролера до виконавчого механізму, а також між технологічним процесом та SCADA-системою), повинні бути уніфікованими, здебільшого струмовими 4–20 мА, для забезпечення сумісності та точності передачі даних.

При виборі приладів враховуються технологічні вимоги до точності вимірювань – має бути визначено припустимий клас точності кожного пристрою.

Ступінь захисту обладнання підбирається відповідно до умов експлуатації, зокрема – до класу вибухо та пожежонебезпеки середовища, в якому воно буде працювати.

Оскільки приміщення, в якому розміщується обладнання, належить до 1-го класу вибухо та пожежонебезпечності, усі обрані прилади повинні мати відповідний рівень захисту. У таких випадках застосовується вибухозахищене виконання пристроїв з маркуванням ЕЕх.

Склад технічних засобів автоматизації:

Датчик рівня Pepperl+Fuchs F260 використовується для вимірювання рівня рідини шляхом визначення гідростатичного тиску стовпа. Вимірне значення постійно перетворюється в уніфікований струмовий сигнал 4–20 мА, що забезпечує безперервний контроль рівня.

Датчик тиску ПД2000-ДИ-Ехd, модель 315-EXD призначений для вимірювання надлишкового тиску в умовах вибухонебезпечного середовища. Пристрій оснащений чутливою керамічною мембраною, різьбовим приєднувальним штуцером М20×1,5 та герметичним металевим кабельним введенням. Вихідний сигнал – уніфікований струм 4–20 мА.

Температурний датчик ОВЕН ДТЗ 145 забезпечує постійний контроль температури технологічного середовища. Принцип дії заснований на зміні електричного опору провідника залежно від температури. Отримані дані перетворюються в аналоговий сигнал струму 4–20 мА, що надходить до контролера.

Витратомір Yokogawa ADMAG AX2 призначений для вимірювання об'ємної витрати рідких середовищ. Вимірювання базується на визначенні швидкості потоку, а результат передається у вигляді дискретного вихідного сигналу, що дозволяє точно фіксувати зміни витрат у процесі.

2.5 Вибір та конфігурування контролера

Вибір та конфігурування контролера

Основними критеріями вибору промислового контролера є:

- швидкодія (швидкість обробки даних);
- надійність (безвідмовність роботи, безперебійність харчування);
- можливість нарощування системи;
- простота монтажу, налагодження та експлуатації;
- забезпечення зв'язку з ЕОМ верхнього рівня;
- простота завантаження та зміни робочої програми;
- вартість.

Для реалізації завдань автоматизації та забезпечення надійного функціонування системи управління доцільно застосовувати програмовані логічні контролери (ПЛК) каркасного типу. Такі контролери зазвичай включають у свій склад вбудований процесорний модуль, блок живлення, а також інтерфейсні засоби для зв'язку з зовнішніми пристроями. Одним із оптимальних варіантів для подібних умов експлуатації є контролер DirectLOGIC05 D0-05DD-D, який повністю відповідає вимогам сучасного промислового середовища.



Рисунок 2.3 - контролер DirectLOGIC05

У зв'язку з постійним зростанням потреб у гнучкості виробничих процесів, усе більш актуальним стає використання універсальних засобів управління. Контролери серії DirectLOGIC компанії AutomationDirect забезпечують широкий спектр функціональних можливостей, які дозволяють створювати системи автоматизації з оптимальним співвідношенням між вартістю та функціональністю.

Процесори з різними рівнями обчислювальної потужності дають змогу будувати масштабовані системи, що можуть бути адаптовані до конкретних виробничих умов. Великий вибір модулів введення/виведення дозволяє інтегрувати у систему практично будь-які типи датчиків та виконавчих пристроїв. До того ж, широкий набір комунікаційних інтерфейсів забезпечує можливість інтеграції контролера як у локальні системи, так і у комплексні SCADA-рішення.

Контролери DirectLOGIC вирізняються простотою програмування. Завдяки наявності зручних програмних засобів можна розробляти прикладні програми без глибоких знань мов програмування. Робочі умови контролера дозволяють експлуатацію при температурі від 0 до +60 °C та відносній вологості до 95%, що робить їх придатними до використання в більшості промислових середовищ.

Операторські панелі, які сумісні з контролерами DirectLOGIC, можуть варіюватися від простих цифрових індикаторів до багатофункціональних кольорових дисплеїв із сенсорним керуванням. Це дає змогу створювати як прості й економічні системи для локальних об'єктів, так і повноцінні стійкі управління для великих виробничих вузлів.

Програмування контролера може здійснюватися за допомогою релейної логіки або спеціальних командних систем. Пристрої підтримують операції з плаваючою точкою, мають вбудовану підтримку до 16 контурів ПД-

регулювання з функцією автоналаштування. У разі потреби, ця кількість може бути збільшена шляхом підключення додаткового 16-контурного співпроцесора.

Серед додаткових спеціалізованих модулів варто відзначити:

- модулі співпроцесора (на базі мови BASIC),
- температурні регулятори,
- високошвидкісні лічильники (до 100 кГц),
- модулі переривань,
- пристрої введення сигналів від індуктивних датчиків.

Один контролер здатен обробляти до 2048 точок вводу/виводу. У разі потреби масштабування, система може бути доповнена модулями віддаленого введення/виведення, що збільшують інформаційну ємність ще на 1536 сигналів.

2.6 Вибір конфігурації контролера DirectLogic05 D0-05DD-D

Основою конфігурування ПЛК (вибір типу та кількості модулів) є схема автоматизації. У нашому випадку система автоматичного керування процесу складається з наступних контурів:

- стабілізація температур ($T_1=50^{\circ}\text{C}$, $T_2=100^{\circ}\text{C}$, $T_3=140^{\circ}\text{C}$, $T_4=180^{\circ}\text{C}$), за допомогою зміни напруги в обмотках електричних нагрівачів по зонах (E*1, E*2, E*3, E*4);
- при перевищенні рівня завантаження в дробарці ($L_d > 90\%$) припиняється подача деревини шляхом зупинки конвеєра (двигун M1);

Табл. 2.1 Склад контролера

Модуль	Характеристика	Опис
F0-08ADH-1	Кількість входів: 8 (4-20мА), живлення 24В	Модуль аналогових вводів
F0-08DAH-1	Кількість виходів: 8 (4-20мА), живлення 24В	Модуль аналогових виводів
D0-08CDD1	Кількість входів: 4 (24В) Кількість виходів: 4 (24В) Живлення 24В	Модуль дискретних вводів та виводів

Призначення модулів контролера.

DIN-рейка. Використовується як стандартний монтажний елемент для встановлення модулів контролера незалежно від їх функціонального призначення. Забезпечує надійне кріплення пристроїв у щитовому обладнанні, а також спрощує їх демонтаж і технічне обслуговування.

Базовий модуль з вбудованим центральним процесором (ЦП). Є основним обчислювальним елементом ПЛК, що виконує обробку сигналів, реалізує логіку управління та забезпечує обмін даними з периферійними пристроями. У нашій системі передбачено п'ять дискретних виходів на пускачі, тому необхідність у додаткових модулях дискретного виводу відсутня — усі сигнали реалізуються за допомогою вбудованих ресурсів центрального модуля.

Комунікаційний модуль Ethernet .Призначений для організації обміну даними між контролером та іншими пристроями в межах локальної або розподіленої системи керування. Забезпечує інтеграцію з SCADA-системою, дозволяє здійснювати моніторинг і конфігурацію обладнання в реальному часі.

Модулі аналогового введення. Застосовуються для приймання сигналів від первинних вимірювальних перетворювачів, які формують уніфікований струмовий сигнал у межах 4–20 мА. Оскільки система передбачає опрацювання двадцяти аналогових параметрів, необхідно встановити три окремі модулі аналогового введення, кожен із яких має щонайменше 8 аналогових входів.

Живлення модулів. Для забезпечення надійної роботи всіх компонентів необхідно провести розрахунок енергоспоживання системи. Оскільки внутрішня шина постійного струму на 5 В має обмежену пропускну здатність, виникає потреба у визначенні доцільності підключення додаткового блоку живлення. Це дасть змогу уникнути перевантаження системи та забезпечити стабільну роботу усіх модулів навіть у разі розширення конфігурації.

2.7 Вибір обладнання та приладів

Контролер:

Для реалізації обчислювальної частини системи я вибрав програмований логічний контролер DirectLogic05 D0-05DD-D. Його ключові переваги, що обумовили вибір:

- підтримка розширення до 2048 точок вводу/виводу;
- можливість роботи з аналоговими і дискретними сигналами;
- наявність вбудованих контурів ПД-регулювання;
- підтримка інтерфейсу Ethernet для взаємодії з SCADA;
- просте конфігурування та гнучка модульна архітектура.

Модулі контролера:

Модуль	Призначення
F0-08ADH-1	Ввід аналогових сигналів 4–20 мА від датчиків
F0-08DAH-1	Вивід аналогових сигналів на виконавчі механізми
D0-08CDD1	Ввід/вивід дискретних сигналів для реле та кнопок

Вимірювальні прилади:

- ОВЕН ДТЗ 145 – перетворювачі температури з виходом 4–20 мА, точність $\pm 0.5\%$ шкали;
- ПД2000-ДІ-Exd – вибухозахищені датчики тиску, з керамічною мембраною, що забезпечує довговічність;
- Pepperl+Fuchs F260 – рівнеміри, що використовують гідростатичний принцип вимірювання;
- Yokogawa ADMAG AX2 – електромагнітні витратоміри, що не мають рухомих частин, а отже, зменшують потребу в обслуговуванні.

Виконавчі механізми:

- Двигуни AIP100S2, які забезпечують обертальний рух у привідних вузлах;
- Частотні перетворювачі Omron RX, що забезпечують плавне регулювання обертів;
- Приводи AMZ 112, встановлені на регулювальних клапанах, для зміни положення запірнорегулюючої арматури.

2.8 Розробка схем з'єднання та підключення

В основі побудови зовнішніх схем з'єднання лежать такі принципи:

- розділення силових і сигнальних ланцюгів для зниження рівня електромагнітних завад;
- використання уніфікованих сигналів (переважно 4–20 мА) для всіх каналів передачі технологічної інформації;
- застосування екранованих кабелів з обов'язковим заземленням оболонки;
- маркування та кольорове кодування проводів;
- застосування клем типу XT1.1 та XT1.2, що дозволяє швидко здійснювати монтаж і діагностику;
- резервування ключових ланцюгів керування, таких як тиск і температура, через дублюючі датчики.

Живлення системи організовано від стабілізованого джерела 24 В постійного струму (блок живлення NDR-120-24). Для захисту від перевантажень використано автоматичні вимикачі QF1–QF7 відповідно до навантаження кожного споживача.

2.9 Аналіз функціонування запропонованої системи регулювання

Запропонована мною САК процесу гарячого пресування ДВП забезпечує високий рівень точності керування параметрами, а також гнучкість у налаштуванні і масштабуванні.

Основні елементи функціонування САК:

- Циклограма керування — закладена у ПЛК як послідовність переходів між режимами (завантаження, змикання, витримка, скидання тиску);
- Регулювання температури плит — реалізується за допомогою ПІД-регуляторів, які керують подачею електроенергії на нагрівачі через частотні перетворювачі;
- Контроль витрати рідини — виконується на основі сигналів з витратомірів, забезпечуючи точну подачу робочої рідини відповідно до етапів циклограми;
- Регулювання тиску — досягається за рахунок роботи насосів високого і низького тиску, якими керує контролер відповідно до показань датчиків;
- Захист і діагностика — система автоматично виявляє перевищення критичних значень температури чи тиску та переходить у безпечний режим з подачею аварійного сигналу в SCADA.

У системі передбачена можливість ручного керування, що активується у випадках технічного обслуговування або аварійних ситуацій. Усі сигнали стану агрегатів і результатів контролю реєструються та передаються в операторський пункт.

2.10 Побудова інтеграції з SCADA-системою

Для підвищення зручності керування технологічним процесом і покращення обізнаності персоналу, мною було реалізовано інтеграцію ПЛК з SCADA-системою. Цей інтерфейс забезпечує:

- візуалізацію технологічного процесу у вигляді мнемосхем;

- графічне відображення трендів температури, тиску, витрати, рівня;
- журналювання подій та реєстрацію аварійних ситуацій;
- ввід та коригування уставок безпосередньо з SCADA-інтерфейсу;
- генерацію звітів про виконання циклограм та ефективність роботи обладнання.

У якості протоколу зв'язку я обрав Modbus TCP, який забезпечує швидкий і надійний обмін даними між контролером та SCADA-сервером. Система функціонує в локальній промисловій мережі Ethernet з можливістю майбутнього підключення до корпоративної MES/ERP-системи.

Завдяки реалізованій мною інтеграції оператор отримує повну картину процесу в реальному часі, має можливість оперативно реагувати на відхилення та запобігати аваріям, що значно підвищує ефективність виробництва.

3 РОЗРОБКА ПРОЕКТНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ НА ЩИТИ ТА ПУЛЬТИ УПРАВЛІННЯ

3.1 Загальні вимоги

Управління технологічними процесами у сучасних автоматизованих виробництвах здійснюється, як правило, з операторських чи диспетчерських пунктів.

На пультах і щитах пунктів керування зосереджено десятки, а іноді й сотні приладів контролю, сигналізації, регулювання, а також апаратури керування, захисту, блокування та засобів комутації (як електричної, так і трубної). Вони забезпечують оператора повною інформацією про стан технологічного процесу й надають можливість здійснювати його керування.

Розміщення щитів і пультів здійснюється у виробничих або спеціально відведених приміщеннях — операторських, диспетчерських, апаратних тощо.

Завод-виробник, розробляючи щити та пульти, повинен враховувати особливості конкретної системи автоматизації, що проектується. Ці особливості відображаються у кресленнях загального вигляду, переліку встановлених приладів та апаратів, схемах їхнього розташування, типах з'єднань, а також у таблицях із написами до кожного пристрою.

Крім таблиці написів, у кресленнях загального вигляду за потреби наводяться додаткові таблиці, зокрема: умовних нетипових позначень, використання загальних креслень, символів мнемосхеми. Усі таблиці повинні мати наскрізну нумерацію.

На загальних кресленнях щити, прилади, засоби автоматизації, кріпильні елементи тощо подаються у спрощеному вигляді — як зовнішні контури, виконані суцільними основними лініями.

Креслення загального виду одиничного щита повинен містити: перелік складових частин; вид спереду; вид на внутрішні поверхні; фрагменти виду (за потреби); технічні вимоги; таблиці написи.

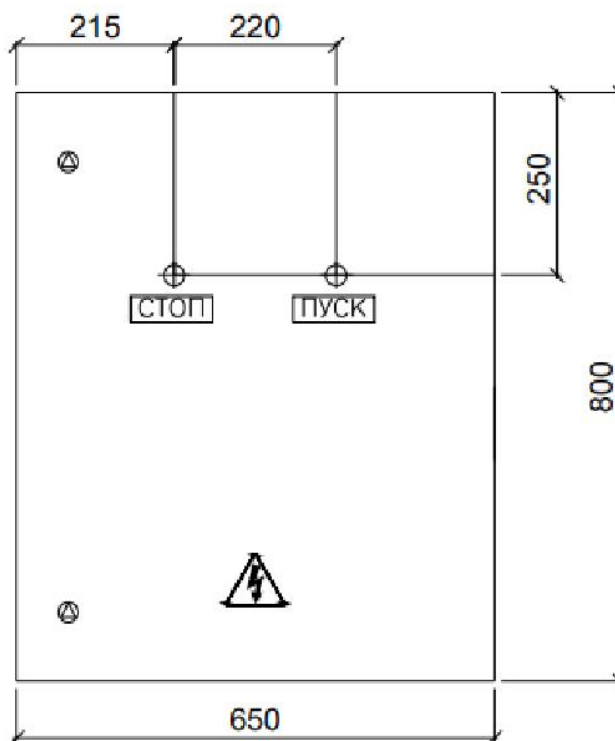


Рисунок 3.1 - Зображення щита спереду

Вид спереду. Зазвичай зображення фронтального вигляду виконують на аркуші формату А3. На цьому зображенні одиничного щита відображають прилади, автоматизаційні засоби, елементи мнемосхем, а також вироби для нанесення написів, що вказують на призначення кожного з приладів.

На фронтальному вигляді одиничного щита для приладів, апаратів та вводів під полицею розміщені лінії-виноски, на яких зазначено номер позиції, а також вказуються позначення креслення (як типового, так і розробленого в проекті).

Для приладів, що мають глибину, рівну або більше 300 мм (незалежно від маси), або масу більше 10 кг (незалежно від глибини) у технічних вимогах необхідно наводити вказівки про кріплення їх на каркасі щита та позначення типового монтажного креслення.

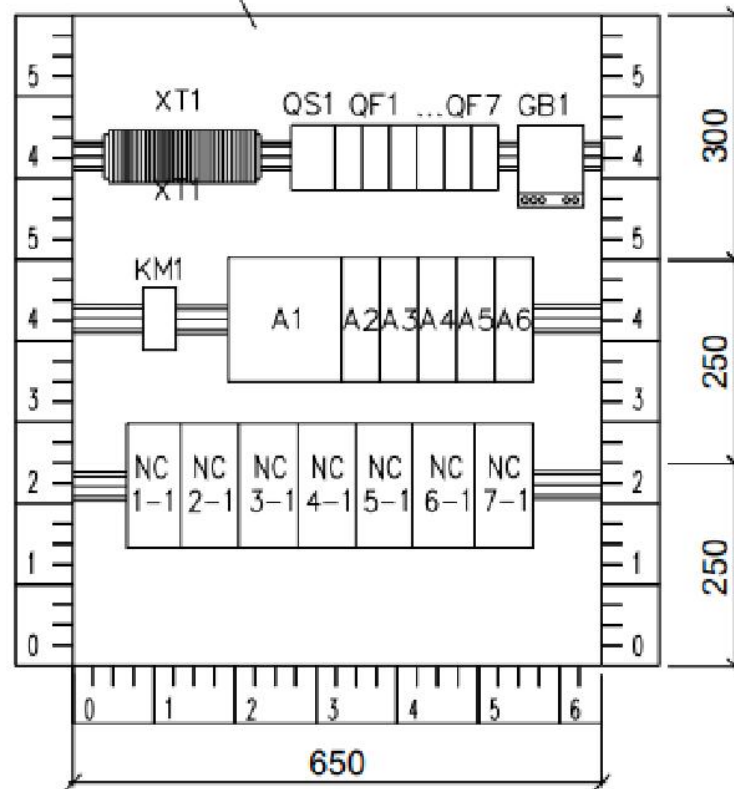


Рисунок 3.2 Вид внутрішньої площити щита

Зображення внутрішніх площин щита зазвичай виконується на аркуші, трохи більшому за формат А4. У кресленні ці площини (бокові стінки, поворотні елементи, кришки, що розташовані під різними кутами) зображаються умовно розгорнутими у площині креслення. Над зображенням розміщують заголовок: «Вигляд на внутрішні площини (розгорнуто)».

На внутрішніх поверхнях щитів — включаючи передні та бокові стінки, поворотні рами й дверцята малогабаритних щитів — відображаються:

1. Встановлені прилади, електричне та пневматичне обладнання. Елементи електроапаратури зазвичай розташовують у систематизованому порядку відповідно до літерно-цифрових позиційних позначень.
2. Комплектуючі для монтажу електропроводки: клемні блоки, монтажні рейки з набірними клемами, маркувальні колодки, упори тощо.
3. Елементи для прокладання трубопроводів: арматура (вентилі, крани тощо).
4. Конструктивні елементи для кріплення внутрішньоощитової апаратури — рейки, скоби, кутники, що кріпляться безпосередньо до каркаса щита. Проміжні деталі кріплення між апаратурою та рейками або кутниками, як правило, не зображаються.
5. Умовні дециметрові шкали, нанесені на стійки щитів, що використовуються для вертикальної координації розміщення апаратури всередині щита.

Таблиця 3.1 Елементи електрощитка

Позиц.	Найменування	Кіл.
A1	Модуль ЦПУ ПЛК DO-05DD-D	1
A2	Модуль аналогових входів F0-08ADH-1	1
A3	Модуль аналогових виходів F0-08DAH-1	2
A4	Модуль дискретних входів/виходів D0-08CDD1	2
G1	Блок живлення, 120Вт NDR-120-24	1
XT1	Клема прохідна WDU 1020000000	1
SB1	Кнопка пуску (зелена) PBS10C-2 green	1
SB2	Кнопка зупинки (червона) PBS10C-2 red	1
QF1	Автоматичний вимикач S203 3P 8A (C) 6кА	1
QF2...QF6	Автоматичний вимикач S203 3P 32A (B) 6кА	6
KM1	Магнітний пускач ПМЛ-2100	1
NC1...NC7	Магнітний пускач ПМЛ-2100	7

Під час розміщення апаратури всередині щитового обладнання слід враховувати взаємне положення всіх елементів у різних площинах, а також їх розташування на поворотних конструкціях відносно один одного і приладів, змонтованих на лицьовій панелі.

При установці всередині щитів виробів, що вимагають збільшеного зображення (діодів, затискачів набірних ЗН-П, ЗН-2,5, ЗН-7,5, перемичок П, котушок підгоночних КШ-2,5, КШ-7,5, щитків живлення і т. п.), слід виконати виносні фрагменти на полі креслення виду на полі креслення виду.

Для приладів, апаратів та виробів, а також для труб проставляють позиції щодо переліку складових частин. Дозволяється не зображати з'єднувачі для підключення трубних проводок до приладів та запірної арматури. Позиції їм проставляються під позиціями арматури.

Для всіх приладів, електроапаратури, пневмоапаратури блоків затискачів, вентилів з'єднувачів тощо на зображеннях, над ними або праворуч від них вказують:

- 1) для приладів - позиції зі специфікації;
- 2) для електроапаратури та пневмоапаратури — позиційні позначення за принциповими електричними схемами.
- 3) для виробів, не зазначених у схемах, застосовують літерно-позиційні позначення.

До кожного літерного позначення обов'язково додається порядковий номер, що починається з 1 у межах кожної групи виробів з однаковими літерами.

Нумерація набірних затискачів, розміщених на клемних рейках, а також перебірних з'єднувачів у відповідних збірках також ведеться від одиниці.

Написи, що наносяться на відповідні вироби (табло, рамки, упори), оформлюють у вигляді окремої таблиці, розміщеної на окремому аркуші. Таблиця має містити заголовок, наприклад: «Написи на табло та в рамках».

Кожному напису на кресленні присвоюється номер, починаючи з 1. Номер зазначається безпосередньо в межах умовного зображення елемента для напису. Присвоєння номерів відбувається зліва направо та зверху вниз — спочатку для табло, потім для рамок, упорів тощо.

У документації для щитового обладнання написи в таблицях наводяться у такій послідовності: спочатку вказуються позначення для світлових табло (у порядку зростання номерів), а далі — для інших елементів, таких як рамки, упори, перемикачі тощо. Формулювання написів повинно бути максимально коротким, з урахуванням обмеженого простору на табло або в рамці, а також розміру використовуваного шрифту, аби забезпечити належну читабельність.

Таблиці з'єднань та підключень щитів і пультів оформлюються окремо для кожного щита. Їх виконують на аркушах формату А4. У випадку, коли в щиті затискачів присутні перемички, складається лише таблиця з'єднань — таблиця підключень у такому разі не потрібна.

На першому аркуші таблиці з'єднань або підключень, безпосередньо під заголовком «Технічні вимоги», вказуються посилання на відповідні електричні принципові схеми та схеми зовнішніх з'єднань, на підставі яких складено таблицю. У разі потреби, в цій частині також зазначаються особливі вимоги до виконання електромонтажних робіт (наприклад, щодо маркування проводів, розташування кабелів або умов прокладання). Після цього здійснюється безпосередній запис схем з'єднань або підключень відповідно до обраної форми.

Таблиця з'єднань.

Запис з'єднань у таблицю виконується відповідно до принципових електричних схем і схем зовнішніх провідок. У процесі заповнення враховується все внутрішнє наповнення щита (або секції), включаючи розміщення приладів, апаратури та клем згідно з внутрішнім виглядом. Застосовуються такі правила впорядкування записів:

- за зростанням номерів маркування ланцюгів відповідно до електричної схеми;
- за принципом безперервності ланцюга, коли наступний провідник починається на тому самому або сусідньому апараті, де завершився попередній.

У такому випадку порядок маркування ланцюгів може не враховуватись.

При записі електропроводок необхідно дотримуватись наступного:

- провідники, що йдуть від обладнання, розміщеного на поворотних конструкціях, мають підключатися переважно до збірок комутаційних затискачів;
- після основних з'єднань, згідно з принциповими схемами, вносять провідники вимірювальних кіл, які потребують окремого прокладання, а потім — провідники для заземлення приладів, апаратів і конструктивних елементів внутрішньощитової апаратури.

Порядок заповнення граф таблиці з'єднань:

У графі «Провідник» зазначається маркування проводу згідно з електричною принциповою схемою або схемою зовнішніх з'єднань.

У графах «Звідки йде» та «Куди надходить» вказують точки підключення провідника. Для загальних ланцюгів графу «Звідки йде» дозволено не заповнювати, окрім першого запису.

У графі «Дані провідника» зазначають марку, переріз проводу, а за потреби — колір ізоляції.

У графі «Примітка» для проводів, що потребують окремої прокладки, наводять уточнення, наприклад: «Вимірювальні ланцюги» або «42 В» (для живлення щитового освітлення чи електроінструменту з напругою до 42 В). Номери контактів апаратів зазначаються згідно з технічною документацією. документації заводу-виробника цих виробів (ТУ, інструкції з монтажу та експлуатації тощо).

4. РОЗРОБКА МНЕМОСХЕМИ ДЛЯ SCADA -СИСТЕМИ ПРОЦЕСУ

4.1 Загальні принципи побудови

Сучасні SCADA-системи є добре інтегрованими за функціональними можливостями та інтерфейсами програмними продуктами. У мережеских структурах SCADA забезпечує функціонування станцій з різним функціональним призначенням, серед яких: сервери, клієнтські станції, станції моніторингу (переважно для керівного персоналу), архівні станції тощо.

У зв'язку з вимогами, що висуваються до SCADA-систем, перелік їхніх функцій є, як правило, стандартним і реалізується у більшості програмних пакетів (різниця може полягати в технічних деталях реалізації та вартості). Основні функціональні можливості SCADA включають:

- збирання первинних даних від обладнання нижнього рівня (датчики, прилади);
- обробку отриманої інформації;
- візуалізацію параметрів технологічного процесу та обладнання через мнемосхеми, графіки, таблиці тощо;
- виведення необхідної інформації або певних ділянок технологічного процесу на екран;
- дистанційне керування технологічними процесами та об'єктами;
- сповіщення персоналу про передаварійні та аварійні ситуації (світлові й звукові сигнали);
- реєстрацію нестандартних ситуацій і накопичення архівних даних (з можливістю зберігання за будь-який період, аж до року);
- а також ряд додаткових функцій.

Зі зростанням обчислювальних можливостей комп'ютерів SCADA-системи стають масштабними — вони здатні обробляти від кількох сотень до десятків тисяч входів/виходів і керувати складними виробничими процесами в цілому.

Для рівня керування виробництвом з'являються спеціалізовані програмні продукти, у яких суттєву роль відіграє підтримка прийняття рішень, зокрема при перерозподілі матеріальних потоків (наприклад, на великих нафтохімічних підприємствах). Це здійснюється шляхом моделювання та оцінювання результатів. При цьому функції безпосереднього керування технологічними процесами (автоматичне регулювання, логічне управління) реалізуються у прикладних програмних пакетах для контролерів, сумісних із персональними комп'ютерами.

При виборі SCADA-системи для побудови АСУТП важливо враховувати такі критерії:

- обсяг оброблюваних даних (продуктивність, підтримка стандартних мережевих протоколів і форматів);
- зручність використання (стандартизація користувацького інтерфейсу, доступність і зручність мови опису даних і процесів);
- наявність документації та інструкцій з експлуатації;
- рівень технічної підтримки (враховуючи її доступність);
- надійність (відсутність рекламаций);
- кількість впроваджень за кордоном (особливо в промислових АСУ);
- вартість програмного забезпечення.

В даний момент на ринку представлено ряд програмних продуктів, провідними виробниками, наприклад:

1. In Touch(Wonderware, США);
2. Fix(Intellution, США);
3. Genesis (Iconics Co, США);
4. Citect (CI Technology, Австралія);
5. Factory Link (United States Data 3, США);
6. RealFlex (BJ SoftWare System, США);
7. Sitex (Jade SoftWare, Великобританія);

8. WinCC (Siemens, Німеччина).

Засоби мережевої підтримки

Сучасні автоматизовані системи управління характеризуються високим рівнем інтеграції. За 30 років досвіду розробки та впровадження систем управління в газовій галузі, автору довелося працювати з найсучаснішими рішеннями того часу, які, на початковому етапі, здебільшого імпортувалися. Такі системи об'єднують виконавчі механізми, реєструвальну та оброблювальну апаратуру, операторські робочі місця, сервери баз даних і навіть окремі об'єкти керування. Для стабільної роботи в умовах такої різноманітної інфраструктури SCADA-система повинна мати розвинений мережевий сервіс.

Оптимально, щоб SCADA-система підтримувала роботу в стандартних мережевих середовищах, таких як Arcnet, Ethernet тощо, використовуючи поширені протоколи, наприклад NetBIOS, TCP/IP. Також важливою є підтримка найбільш затребуваних промислових мережевих стандартів, як-от Profibus, CANbus, LON, Modbus та інші. Сучасні SCADA-системи у більшості випадків відповідають цим вимогам, хоча кількість підтримуваних інтерфейсів може відрізнятися залежно від конкретного продукту.

Підтримка баз даних

Для роботи з базами даних — включно зі збором, аналізом, зберіганням, стисненням і передачею інформації — у SCADA-системах застосовується синтаксис ANSI SQL. Цей стандарт є універсальним і не залежить від конкретного типу бази даних, що забезпечує гнучкість при зміні СУБД без істотної модифікації прикладного програмного забезпечення. Такий підхід також дозволяє розробляти окремі програми для обробки та аналізу інформації, використовуюючи незалежне програмне забезпечення.

Вбудовані командні мови

Більшість сучасних SCADA-систем оснащені вбудованими мовами високого рівня, які дозволяють реалізовувати складні логічні алгоритми. Вони

дають змогу створювати реакції на зміни технологічних змінних, виконувати певні дії за умовами, реагувати на комбінації клавіш, або запускати фрагменти коду з визначеною періодичністю — як у межах усього додатку, так і для окремих його частин.

Перші версії SCADA-систем або зовсім не мали таких можливостей, або підтримували лише базовий набір функцій. Сучасні ж версії зазвичай мають дві основні орієнтації мов — для технологів (операторів) і для системних інтеграторів. Часто використовується синтаксис, подібний до Visual Basic. Проте повноцінне використання можливостей цих мов вимагає від розробника достатньої кваліфікації.

Графічні можливості

Для наочного представлення даних у SCADA-системах використовуються графічні інтерфейси користувача з об'єктно-орієнтованими редакторами, які містять вбудовані інструменти анімації. Основою візуалізації є векторна графіка, яка дозволяє здійснювати операції над елементами з бібліотек простих графічних символів (лінії, прямокутники, текстові блоки тощо) і складними об'єктами (групи або модулі). Векторна графіка також забезпечує високу швидкість оновлення зображень завдяки використанню анімаційного редактора (редактора динаміки).

Відкритість систем

SCADA-система вважається відкритою, якщо має чітко визначені та задокументовані формати даних і програмні інтерфейси, які дозволяють підключати зовнішні модулі та адаптувати систему під специфічні потреби з мінімальними витратами. Це надзвичайно важливо в умовах, коли фірми-розробники створюють додаткові програмні компоненти, які не входять до базового функціоналу обраної SCADA-системи.

Відкритість означає наявність доступу до специфікацій системних викликів, які реалізують такі сервіси, як обробка графіки, робота з базами даних,

тощо. Це дає змогу інтегрувати в систему нові рішення без необхідності її повної переробки.

Експлуатаційні характеристики SCADA-систем

Від експлуатаційних властивостей SCADA-системи значною мірою залежать темпи освоєння програмного продукту, швидкість створення прикладних рішень, а відповідно — і загальна вартість систем управління.

На початковому етапі впровадження розробник оцінює документацію SCADA-системи — її повноту, зрозумілість, візуальне оформлення первинних матеріалів, а також якість допоміжних засобів (екрани, підказки, довідкова система, умовні позначення тощо). Далі, під час роботи з демонстраційною версією системи, увага звертається на зручність інтерфейсу: чи легко доступна необхідна інформація на екрані, наскільки інформативні підказки та зручна довідкова система.

Важливим чинником є зручність супроводу SCADA-системи в процесі експлуатації. Сюди входять: можливість редагування бази даних і екранних форм без зупинки системи, наявність повного інструментарію діагностики при збоях, гнучкість масштабування функціоналу, рівень складності інсталяції, а також зрозумілість та повнота експлуатаційної документації. Додатково слід зазначити важливість функції передачі оперативної інформації до вищих рівнів керування (наприклад, до виробничо-диспетчерської служби) та отримання зворотного зв'язку.

Ще однією ключовою характеристикою є рівень технічної підтримки SCADA-системи. До цього належать послуги розробника: обслуговування, консультації (як на місці створення системи, так і безпосередньо на об'єкті), навчання персоналу, доступність оновлень та умов переходу на нові версії.

Економічні характеристики

Економічні показники SCADA-систем охоплюють вартість наступних компонентів:

- апаратного забезпечення;
- ліцензії на SCADA-програму (інструменти розробки та середовище виконання);
- розробки прикладної частини;
- навчання користувачів;
- технічного супроводу (консультації, адаптації, оновлення, розширення);
- окупності системи.

Аналіз починається з базових цін, вказаних у прайс-листах виробників. Вартість залежить від багатьох факторів і може бути знижена за умови вигідних домовленостей. Наприклад, у SCADA InTouch ліцензія визначається кількістю змінних у програмі, для SCADA Simplicity — кількістю каналів введення/виводу, а FactoryLink хоча й має високу базову ціну, не обмежує користувача у кількості каналів. У свою чергу, в системі WinCC кількість доступних змінних прямо залежить від об'єму оперативної пам'яті комп'ютера.

Початкова ціна часто підлягає коригуванню під час перемовин із постачальником. Наприклад, у випадку придбання двох SCADA-пакетів від одного дилера одразу, передбачалося отримання знижки. Однак, не отримавши її, розробники відмовилися від послуг цієї фірми на користь іншого постачальника з вигіднішими умовами. Володіючи інформацією про надійність фірми, якість її продукції, кадровий склад і технічну компетентність, можна суттєво зменшити ризики, пов'язані з придбанням.

Витрати на створення прикладних програм із використанням SCADA-системи зазвичай значно нижчі, ніж при традиційному програмуванні. Середовище виконання, як правило, становить 40–60% від загальної вартості повного пакета розробки.

Окупність SCADA-системи залежить від обсягу реалізованих проектів на її базі, загальної вартості цих проектів та інших факторів. У середньому реалізація 2–3 проектів забезпечує повне повернення інвестицій.

Компанії, які не використовують сучасні системи автоматизованого проектування або роблять це частково, значно програють у конкуренції — через високі матеріальні витрати, часові затрати і нижчу якість технічної документації.

Освоєння SCADA-систем базується на практичному вивченні одного з найкращих програмних продуктів — iFIX від компанії General Electric, що визнана лідером у цій галузі. Центральним модулем системи є середовище Workspace, яке забезпечує повний контроль над усіма компонентами SCADA-рішення, а також доступ до необхідних інструментів і функцій. Workspace об'єднує конфігураційне та виконуване середовища, які дозволяють створювати та переглядати графічні форми, звіти, розклади — тобто все, що необхідне для ефективної взаємодії з оперативною інформацією. Конфігураційна частина дозволяє розробляти графіку, текстові блоки, анімацію, діаграми тощо. Виконуване середовище, в свою чергу, забезпечує перегляд цих елементів у режимі реального часу.

4.2 Принципи побудови мнемосхем в системі iFIX

Для створення мнемосхеми був використан пакет Simple - Editor.

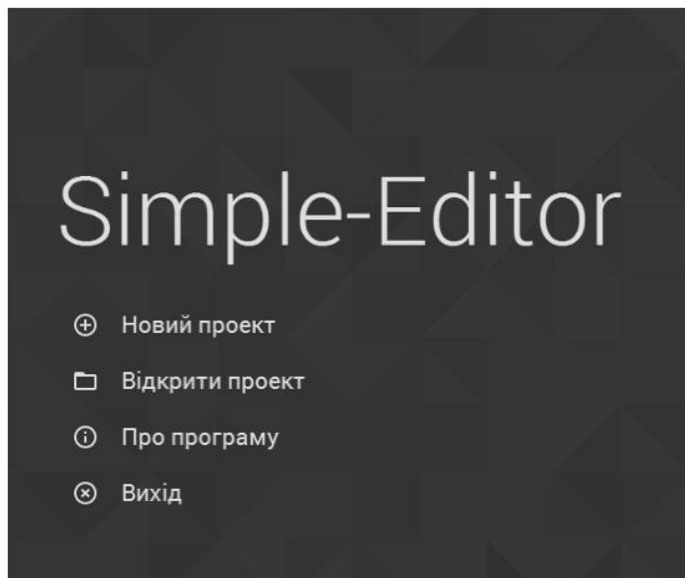


Рисунок 4.1-Початковий екран Simple – Editor

Оберіть «Новий проєкт», щоб розпочати створення нового проєкту, після чого відкриється головне вікно редактора. У цьому вікні можна виділити чотири основні зони:

1. меню;
2. панель «Властивості об'єкта»;
3. панель інструментів;
4. область редагування проєкту.

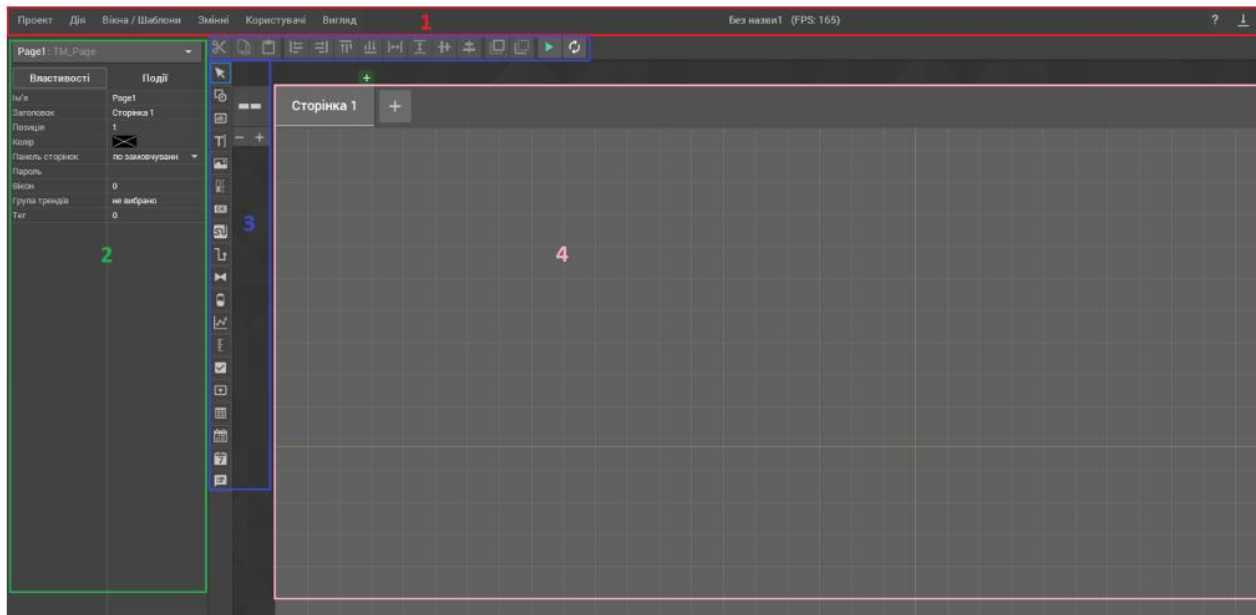


Рисунок 4.2-Вікно редагування

Після вибору інструмента, у панелі «Властивості об'єкта» можна переглянути та задати відповідні параметри для його налаштування. Наприклад, для інструмента «Трубопровід» спочатку визначте колір, товщину лінії та шар, а потім приступайте до побудови.

Панель інструментів містить широкий набір інструментів — їх детальний опис доступний у довідковому посібнику.

Щоб створити новий тренд, спершу виберіть групу, до якої його потрібно додати, а потім натисніть кнопку «Додати тренд».

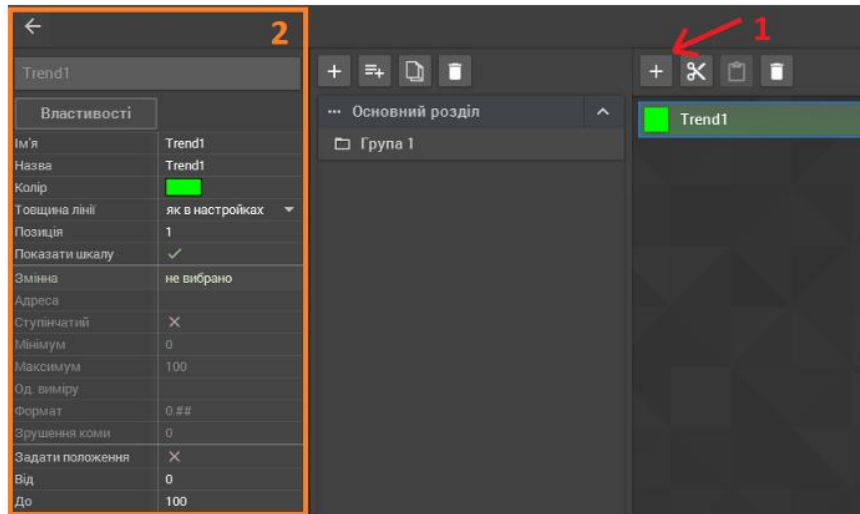


Рисунок 4.3-Вікно створення тренду

4.3 Опис мнемосхеми

На основі розробленої схеми автоматизації була створена мнемосхема для SCADA-системи, яка відображає процес сортування подрібненої деревної маси у виробництві деревоволокнистих плит (ДВП) (див. рисунок 4.4). Мнемосхема включає основні технологічні вузли, засоби контролю та елементи керування. Для зручності візуалізації були реалізовані окремі динамічні вікна, які відображають контрольовані параметри процесу.

1. Основні технологічні вузли:

- дробарка;
- вібраційний гуркіт;
- сушарка.

2. Динамічні вікна з виведенням контрольованих параметрів:

- Стабілізація рівня подачі деревини в дробарку через регулювання швидкості роботи конвеєра (керується двигуном M1);
- Стабілізація вологості висушеної та подрібненої тріски за рахунок регулювання витрати пари (Fп), що подається в сушарку;

- Автоматичне припинення подачі деревини, якщо рівень завантаження в дробарці перевищує 90% ($L_d > 90\%$) — шляхом зупинки конвеєра (двигун M1);
- Контроль швидкості руху конвеєра (параметр S*1, двигун M1);
- Контроль фракції тріски на виході з дробарки (параметр Z1);
- Контроль розміру дрібної фракції тріски на виході з вібраційного гуркоту (параметр Z2);
- Контроль вологості дрібної фракції тріски після вібраційного гуркоту (параметр Авл1);
- Контроль вологості кінцевої тріски після сушіння (параметр Авл2);
- Контроль температури пари, яка подається в сушарку (параметр Тп).

Ця мнемосхема дозволяє оператору контролювати всі ключові етапи процесу сортування і сушіння, своєчасно реагувати на відхилення параметрів, а також ефективно керувати технологічними об'єктами у режимі реального часу.

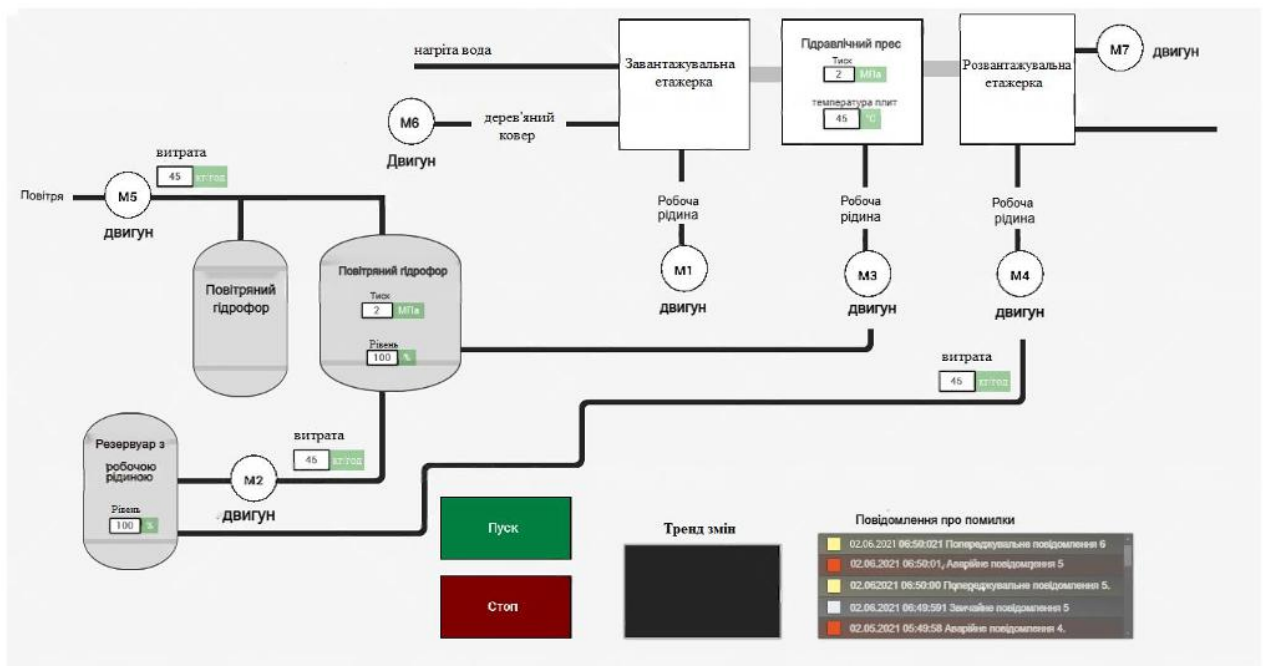


Рисунок 4.4 – Мнемосхема процесу сортування подрібненої деревної маси у виробництві ДВП

На екрані оператора кожен параметр подається у такому форматі:

- назва технологічної змінної;
- поточне числове значення;
- колір-індикатор, що відображає її стан.

Кольори стану мають такі значення:

- червоний — параметр вийшов за межі аварійного діапазону;
- жовтий — параметр перевищив попереджувальне обмеження;
- синій — виявлено недостовірне значення (обрив чи перевантаження датчика, вихід за межі діапазону вимірювання, відмова або відключення модуля вводу/виводу, відсутній зв'язок у каналі);
- зелений — значення знаходиться в нормі.

3. Окрім створення візуальної картинки реального технологічного процесу створена панель управління, яка розташовується під робочою зоною вікна системи і на якій міститися наступні кнопки :

- тренди;
- устаткування;
- звіти;
- старт;
- стоп;
- вибір режиму управління;

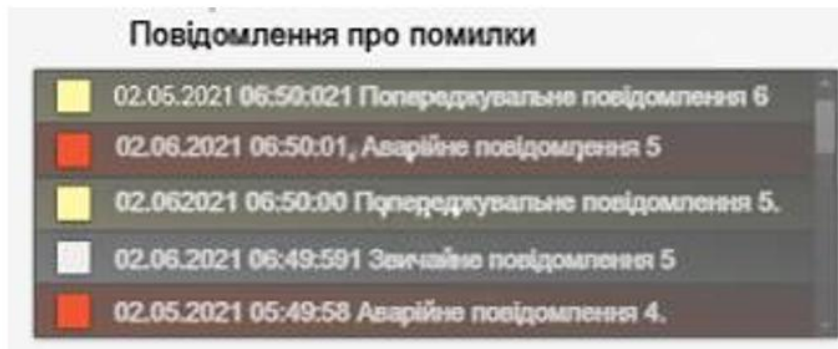


Рисунок 4.5 Таблиця повідомлень про помилки

SCADA-система надає можливість фіксувати та зберігати повідомлення про всі помилки та події, що виникають під час роботи. Для цього використовується журнал подій і архів, у якому може зберігатися інформація про всі зареєстровані інциденти за останні три місяці (конкретний термін зберігання залежить від типу SCADA-системи, потреб користувача та налаштувань збереження даних).

Протоколювання подій виконує ключову функцію в архівації інформації щодо перебігу технологічного процесу. Усі події, пов'язані як із параметрами процесу, так і з діями операторів (наприклад, запуск або зупинка обладнання, зміна налаштувань), фіксуються автоматично в момент їх виникнення. Крім того, система реєструє значення технологічних параметрів — або з певною періодичністю, або при відхиленні значення на задану величину.

Інструмент перегляду звітів дає змогу обрати готовий шаблон для формування документа на основі актуальних даних. Звіт відображає значення параметрів на конкретний момент часу — це так звана функція «знімка», яка фіксує стан системи на момент створення звіту.

Обробка технологічних даних у SCADA-системі зазвичай реалізується у вигляді графіків, які дають наочне уявлення про динаміку зміни параметрів. Такі графіки називають трендами, і вони є одним з основних інструментів аналізу процесів.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі бакалавра була розроблена проєктна документація для автоматизації процесу пресування деревоволокнистих плит. Для досягнення поставленої мети було здійснено аналіз процесу як об'єкта керування, визначено основні канали контролю та впливу, а також обрано загальну структуру системи автоматичного управління. Ця структура включає основний контур стабілізації концентрації перегрупованого продукту АПП.

Розроблена САК повністю відповідає технологічним вимогам до ведення процесу. На її основі була спроектована схема автоматизації, яка лягла в основу створення принципової електричної схеми, схеми зовнішніх з'єднань, мнемосхеми для SCADA-системи, а також визначення типу щита управління.

Було здійснено підбір необхідних технічних засобів автоматизації та конфігурацію контролера DirectLogic, враховуючи кількість аналогових входів і дискретних виходів.

У середовищі iFix була створена мнемосхема для SCADA-системи, яка забезпечує повноцінну візуалізацію процесу і зручне керування ним. Вона містить зображення основного технологічного обладнання (прес, гідрофори, штовхачі, завантажувальні та розвантажувальні етажерки), а також динамічні вікна контрольованих параметрів (температура плит у пресі, тиск, створений робочою рідиною гідрофора).

Мнемосхема обладнана панеллю керування з кнопками пуску, зупинки, ручного режиму, а також можливістю генерування трендів технологічних параметрів, тривоги і звітів.

Оскільки система автоматизації процесу пресування деревоволокнистих плит є частиною загальної системи управління промисловим підприємством, її проєктування повинне враховувати інтеграцію з усією системою керування підприємством.

Література

1. Бехта П.А. Технологія деревинних плит і пластиків. Підручник. - К.: Основа, 2004. – 780 с
2. Технологія виробництва деревної маси та комплексна хімічна переробка деревини. Методичні вказівки та контрольні завдання до вивчення курсу. Укладачі: Антоненко Л.П., Дейкун І.М., Черьопкіна Р.І.– К.: НТУУ «КПІ» 2006. – 28 с
3. Бехта П.А. Технологія деревинних композиційних матеріалів. Підручник. –К.: Основа, 2003. – 336 с.
4. Павленко Т.П. Автоматизований електропривод загальнопромислових механізмів.; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2018. – 132с.
5. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування. Підручник. – К.: Либідь, 2007, – 656с.
6. Галай В.М. Теорія цифрових систем автоматичного керування: навчальний посібник. – Полтава: ПолтНТУ, 2009. –131 с.
7. Куцик А.С. Автоматизовані системи керування на програмованих логічних контролерах: Навч. посіб. - Нац. ун-т «Львівська політехніка»/ А.С. Куцик, В.О. Місюренко.– Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2011.– 199 с.
8. В. Г. Здоренко, С. М. Лісовець\ SCADA-системи. Практикум. Частина 2 - нац. ун-т КПІ імені Ігоря Сікорського 2024 – 52 с.
9. В. Г. Здоренко, С. М. Лісовець\ SCADA-системи. Практикум. Частина 1 - нац. ун-т КПІ імені Ігоря Сікорського 2024 – 84с.
10. Єрмілова Н.В., Кислиця С.Г. Навчальний посібник до самостійного вивчення курсу "Основи метрології і електричних вимірювань" для студентів спеціальності 141 „Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка” денної та заочної форм навчання. – Полтава: ПолтНТУ, 2017. – 141 с.

11. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи. Навч. посібник для вищ. навч. закл., за ред. Поповича М.Г., Лозинського О.Ю. – К.:Либідь, 2005. – 678 с.
12. Шефер О.В., Єрмілова Н.В. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності G3 «Електрична інженерія» (141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»). – Полтава: Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2025. – 18 с.

Додатки

Section 1. Analysis of the fiberboard pressing process

The production of fiberboard (FB) is a complex multi-stage technological process, the key stage of which is pressing. It is at this stage that the final structure of the material, its density, strength, heat and sound insulation properties are formed. The effectiveness of pressing directly affects the quality of the final product and its competitiveness in the market.

1.1 Technological essence of the fiberboard pressing process

The fiberboard pressing process consists in converting loose fibrous mass, pre-mixed with a binder (most often thermosetting resins), into a solid and dense material under the influence of high temperature and pressure. This process takes place in periodic or continuous presses.

The main physicochemical processes that occur during pressing include:

- Heating: The fibrous mat is heated to the temperatures necessary for resin polymerization (usually 160-220°C).
- Evaporation of moisture: Excess moisture contained in the fibers and resin evaporates, creating a porous space and contributing to the bonding of the fibers.
- Plasticization of fibers and resin: Under the influence of temperature and pressure, the wood fibers and resin soften, acquire plasticity, which allows them to stick together better.
- Compression and compaction: The mechanical action of the press compacts the fibrous carpet to a given thickness and density.
- Polymerization of the binder: The resin, when heated, begins to polymerize, forming a hard, strong and waterproof structure that binds the fibers.
- Formation of the board structure: Strong bonds are formed between the fibers and the binder, which provides the necessary physical and mechanical properties of the board.

1.2. Main parameters of the pressing process and their impact on the quality of the boards

To effectively manage the pressing process and ensure high quality of fiberboard, it is necessary to control and regulate a number of key parameters:

Press plate temperature: It is one of the most important parameters. Insufficient temperature can lead to incomplete polymerization of the resin and low strength of the boards, while excessive temperature can cause fiber destruction, surface drying and the formation of internal defects. The optimal temperature regime ensures uniform heating of the carpet throughout the thickness and effective polymerization.

Pressing pressure: Affects the density of the board, its strength and thickness. Too low a pressure leads to insufficient compaction and friability, while too high a pressure leads to excessive compression, which can damage the fibers and make the board brittle. The pressure usually changes according to a certain schedule during the pressing cycle.

Holding time under pressure (duration of pressing): Determines the completeness of the physicochemical processes. Insufficient holding time leads to "under-pressing" and low strength, while excessive holding time leads to increased energy consumption and reduced productivity.

Fiber mat moisture: Optimal moisture (usually 8-12%) is necessary for uniform temperature distribution, fiber plasticization, and full polymerization reactions. Excessive moisture can cause steam "bags" and delamination, and insufficient moisture can make it difficult to form strong bonds.

Binder consumption and type: Affect the strength, water resistance, and other properties of the board. It is necessary to maintain accurate resin dosage to ensure optimal fiber bonding.

Fiber mat thickness and uniformity: Uneven fiber supply can lead to non-uniform density and thickness of the finished board, which reduces its quality.

1.3 The process of pressing fiberboards as a control object

The result is the production of fiberboard with a humidity of 2-5%, which is indirectly formed by the pressing modes by the cycle.

The section of hot pressing of fiberboards (FB) includes several main components: loading and unloading platforms that provide the processes of feeding raw materials and unloading finished products; a hydraulic press in which the pressing process directly takes place; as well as a hydraulic drive that lifts and closes the press plates. The hydraulic drive includes: press cylinders, a tank with working fluid, hydrophores, as well as low and high pressure pumps.

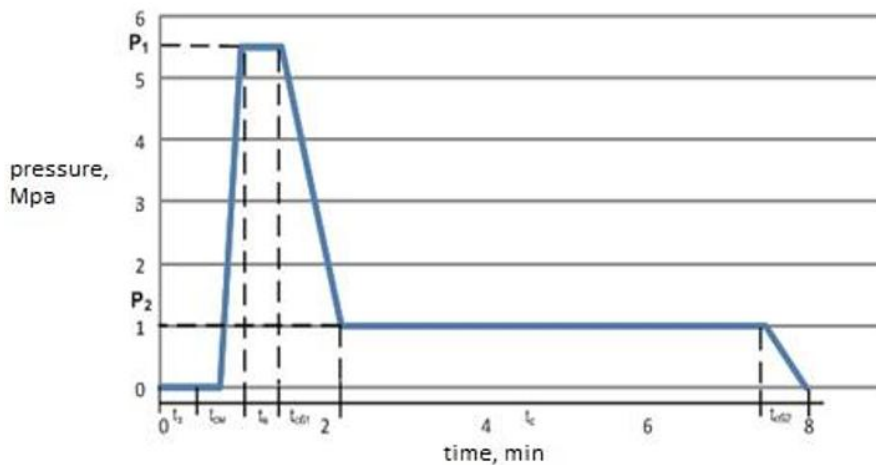


Figure 1.1 - Cycle of pressing

The work of the press consists in maintaining a certain cycle of pressing in time:

t_s - time of loading fiberboard mats into the press (15s);

t_{sm} - time of closing the press plates and increasing the pressure to P_1 (60s);

t_B - holding time at maximum pressure P_1 (30s);

t_{sb1} - time of pressure release to P_2 (25-35s);

t_c - holding time at pressure P_2 (300-330s);

t_{sb2} - time of pressure release to zero (20-30s).

The hydraulic press is constantly heated ($T_{\Pi}=190-195^{\circ}\text{C}$) by supplying superheated water to the channels of the plates ($T_{\Pi.B.}=250^{\circ}\text{C}$, $F^*_{\Pi.B.}=38 \text{ m}^3/\text{h}$). On a transport pallet, wood fiber carpet (humidity $A^* = 68\%$) is fed into the press using a loading

shelf, which is in the lowest position. The shelf is raised by the electric motor M1. The shelf is raised by the electric motor M1. After loading the pallet, the shelf rises one level up. Then a pusher (motor M6) enters the shelf, which moves the pallets inside the press. After that, the shelf returns to its original position.

The movement of the plates of the hydraulic press is provided by cylinders that interact with the following elements of the hydraulic system: hydrophores (responsible for accelerating the process); a low-pressure pump (motor M2, which supplies working fluid to the water-air tank); a high-pressure pump (motor M3, which provides an increase in pressure in the press cylinders); a tank with working fluid.

The hydrophor system includes two collection tanks connected by pipelines. It interacts with a compressor (motor M5) and a low-pressure pump. The compressor pumps air into the air tank under a pressure of 4–6 MPa. The upper part of the water-air tank stores compressed air, and the lower part stores the working fluid for the hydraulic drive.

During the initial phase, the working fluid is supplied to the cylinders under a pressure of 4–6 MPa, lifting the press plates. At this time, low-pressure pumps come into action, pumping the fluid from the tank into the hydrophore. After the plates are completely closed, fluid from the high-pressure pumps begins to flow to the cylinders, as a result of which the pressure increases to 5.5 MPa. At this moment, intensive removal of free moisture from the carpet occurs.

Having reached the maximum pressing pressure, the fluid from the high-pressure pumps is redirected to the drain. After the pressing phase is completed, the pressure in the cylinders decreases to 0.8–1 MPa and is maintained during the drying period (3.5–7 min). In the second pressing phase, moisture removal continues until its content decreases to $\neq 8\%$.

After drying is complete, the pressure is gradually reduced to zero, and the working fluid from the cylinders is drained back into the tank. The press is opened, and the

unloading device (engine M7) moves the pallets with hot plates to the unloading rack, which is driven by the engine M4.

When developing production process automation systems, technological parameters that require control and regulation are determined. Also, the points of application of control influences are established and the channels of their passage through the object are determined. For this purpose, a diagram of the interaction of the technological parameters of the object is drawn up, the main and auxiliary signal transmission channels are distinguished, after which control loops are formed that neutralize changes in parameters at the input of the apparatus. If necessary, these loops are combined with each other, and the number of controlled values is chosen as minimal, but sufficient for a complete reflection of the process.

1.4. Setting tasks for the qualification work

Based on the analysis of the fiberboard pressing process and the identified problems related to its automation, the following specific tasks of the qualification work can be formulated: 1. To detail the technological scheme of the fiberboard pressing process, highlighting the critical control and management points that the automation process should have.

2. To analyze the existing technical means of automation used in the production of fiberboard, and to determine their suitability for solving the tasks set.

3. To develop a of an automated system of the pressing process, which will include subsystems for controlling temperature, pressure, time and humidity.

4. To determine the optimal algorithms for controlling key parameters of the pressing process to create product quality and reduce energy consumption.

5. To justify the choice of specific hardware (sensors, controllers, actuators) and software for implementing the proposed automation system.

Solving these problems will allow developing a concept for a modern, efficient, and reliable fiberboard pressing process automation system that will meet current industry requirements.

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Полтавська політехніка
імені Юрія Кондратюка»

Кафедра автоматики, електроніки та телекомунікацій

Автоматизація технологічного процесу пресування деревоволокнистих плит

Виконав: студент гр. 401-МЕ

Момот О. І.

Керівник: к.т.н., доцент

Кислиця С. Г.

Полтава 2025

Актуальність роботи обумовлена необхідністю підвищення конкурентоспроможності виробництва ДВП на сучасному ринку. Автоматизація технологічних процесів пресування дозволяє не тільки оптимізувати параметри пресування, мінімізувати вплив людського фактора, а й забезпечити стабільність якості продукції, знизити виробничі витрати та покращити умови праці. Впровадження сучасних систем автоматизації відкриває шлях до створення гнучких, енергоефективних та екологічно безпечних виробництв.

Метою кваліфікаційної роботи бакалавра є розробка та обґрунтування підходів до автоматизації технологічного процесу пресування деревоволокнистих плит для підвищення якості продукції та оптимізації виробничих показників.

Технологія процесу пресування деревоволокнистих плит



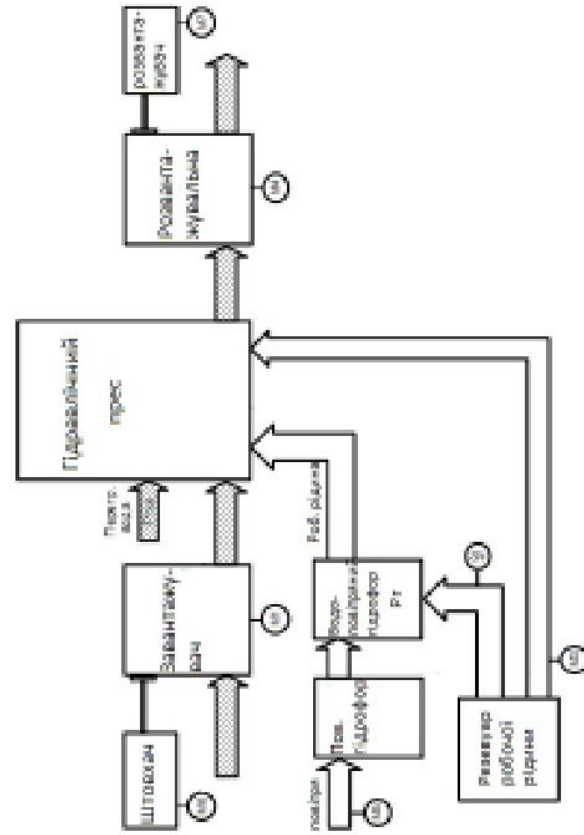
Переваги та недоліки виготовлення ДВП:

- + Висока міцність та стабільність;
- + Можливість отримання плит різної товщини та щільності;
- + Виготовлення з різними фізико-механічними властивостями для різних застосувань, конструкцій меблів;
- Високі енергетичні витрати;
- Потенційне виділення шкідливих речовин.

Схема механізму пресування ДВП

На цій схемі представлено вхідні впливи, вихідні параметри та характер їх взаємозв'язку. Аналіз процесу пресування деревоволокнистих плит як об'єкта управління дозволяє обґрунтувати вибір структури системи автоматичного регулювання.

В нашому випадку ключові параметри, вхідні та вихідні потоки, а також потенційні джерела збурень є гідролінійний прес, температура пресування, тиск у циліндрах преса, подача робочої рідини, подача перегрітої води, формований деревний килим



Вибір та конфігурування контролера



Для реалізації завдань автоматизації та забезпечення надійного функціонування системи управління доцільно застосовувати програмовані логічні контролери (ПЛК) каркасного типу. Такі контролери зазвичай включають у свій склад вбудований процесорний модуль, блок живлення, а також інтерфейсні засоби для зв'язку з зовнішніми пристроями. Одним із оптимальних варіантів для подібних умов експлуатації є контролер DirectLOGIC05 D0-05DD-D, який повністю

відповідає вимогам сучасного промислового середовища.

Контролер	Характеристика	Опис
F0-08DAN-1	Кількість входів: 8 (4-20мА), живлення 24В	Модуль аналогових входів
F0-08DAN-1	Кількість виходів: 8 (4-20мА), живлення 24В	Модуль аналогових виходів
D0-08CDD1	Кількість входів: 4 (24В) Кількість виходів: 4 (24В) Живлення 24В	Модуль дискретних входів та виходів

Схема автоматизації

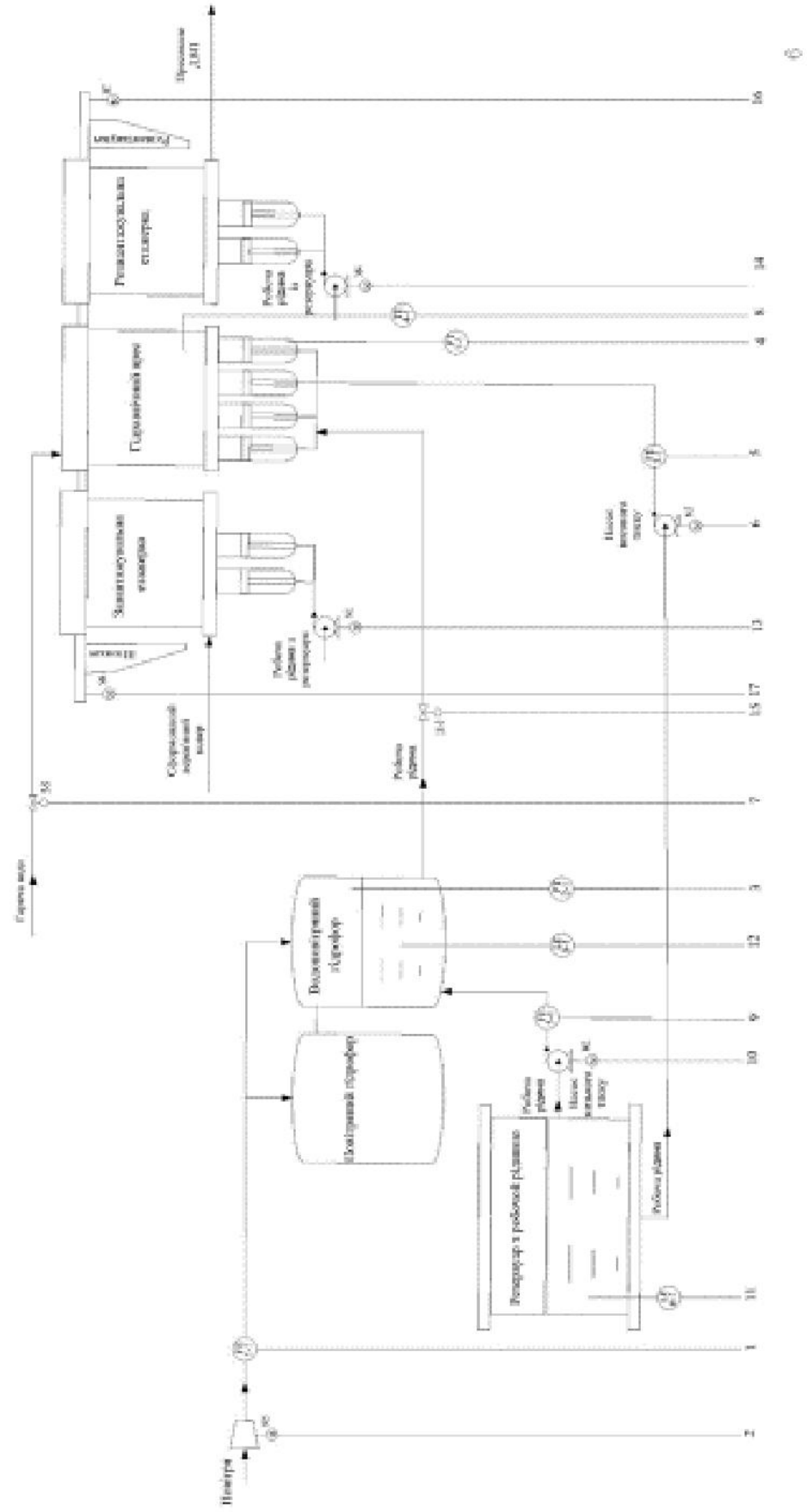
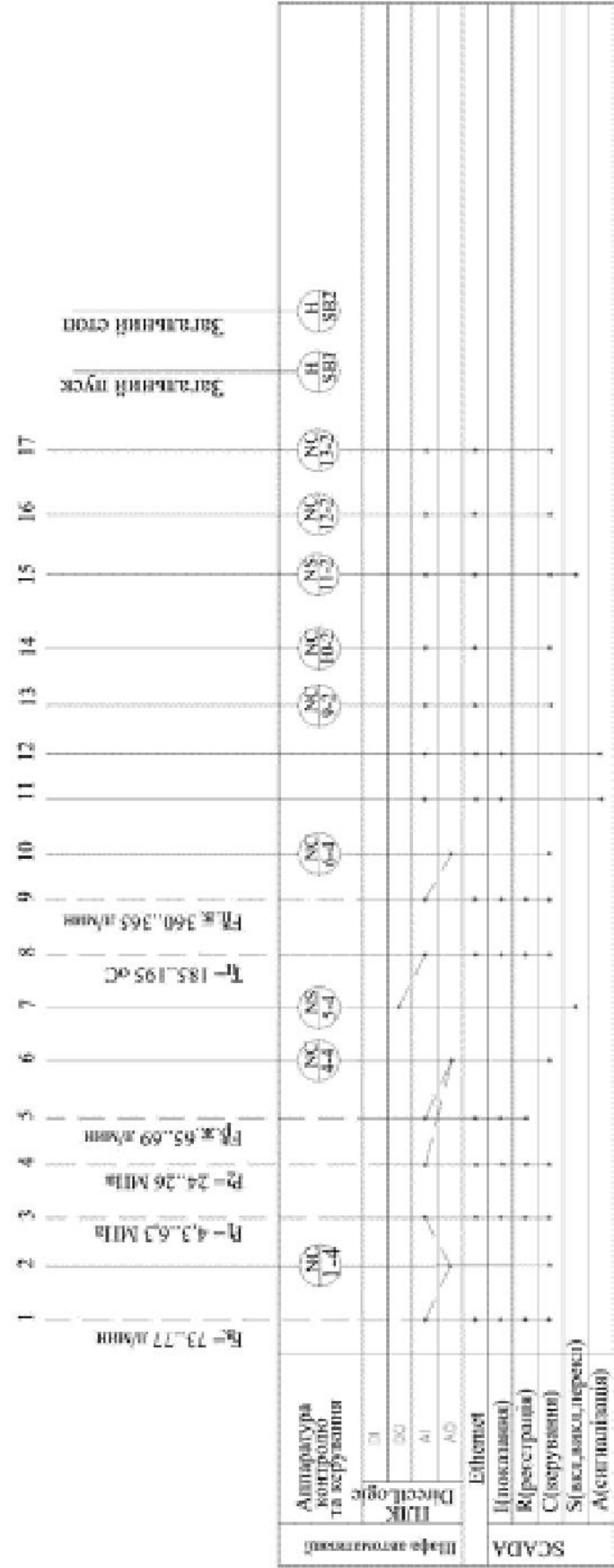


Схема підключення системи автоматизації



Принципова електрична схема

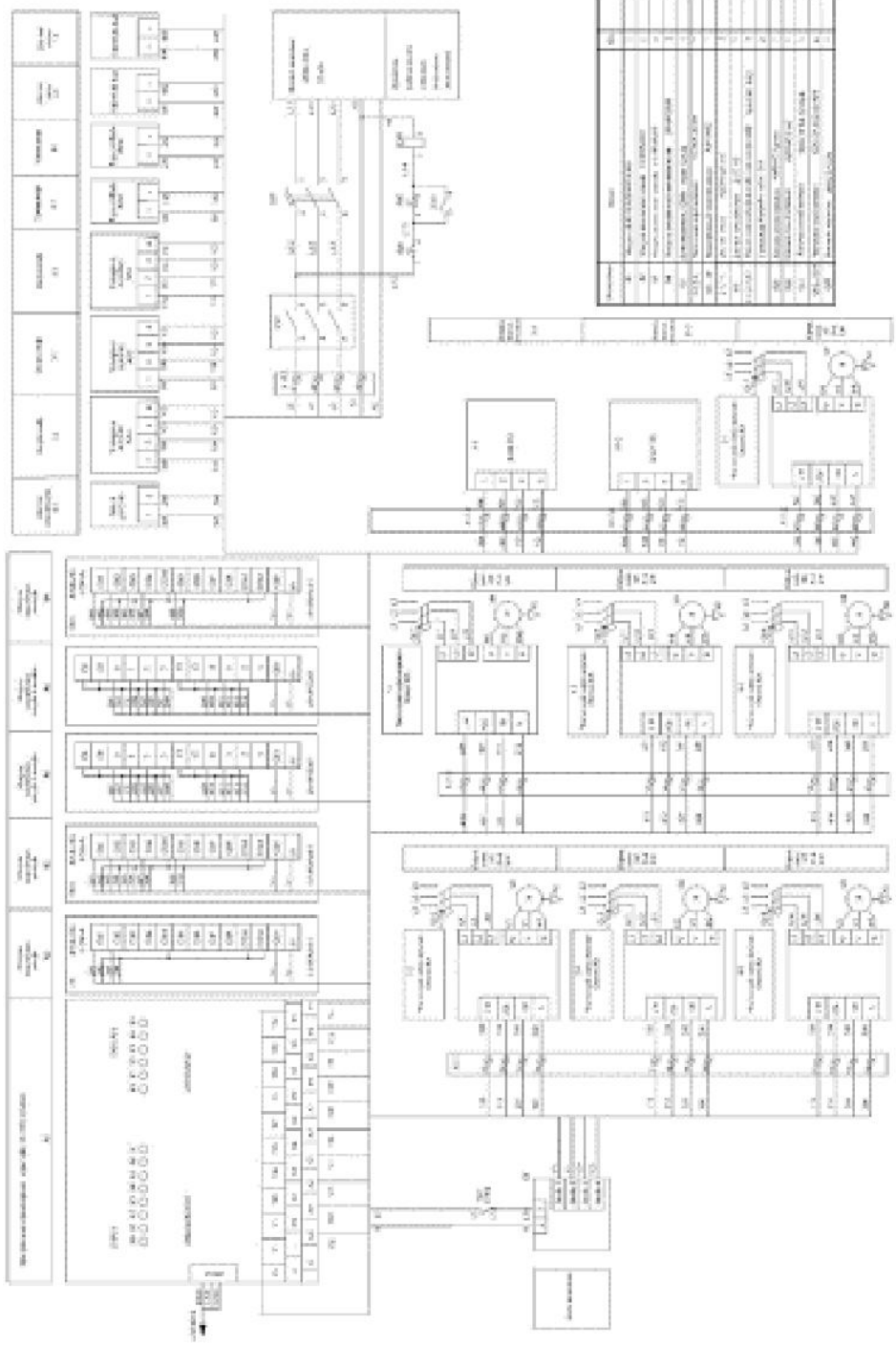
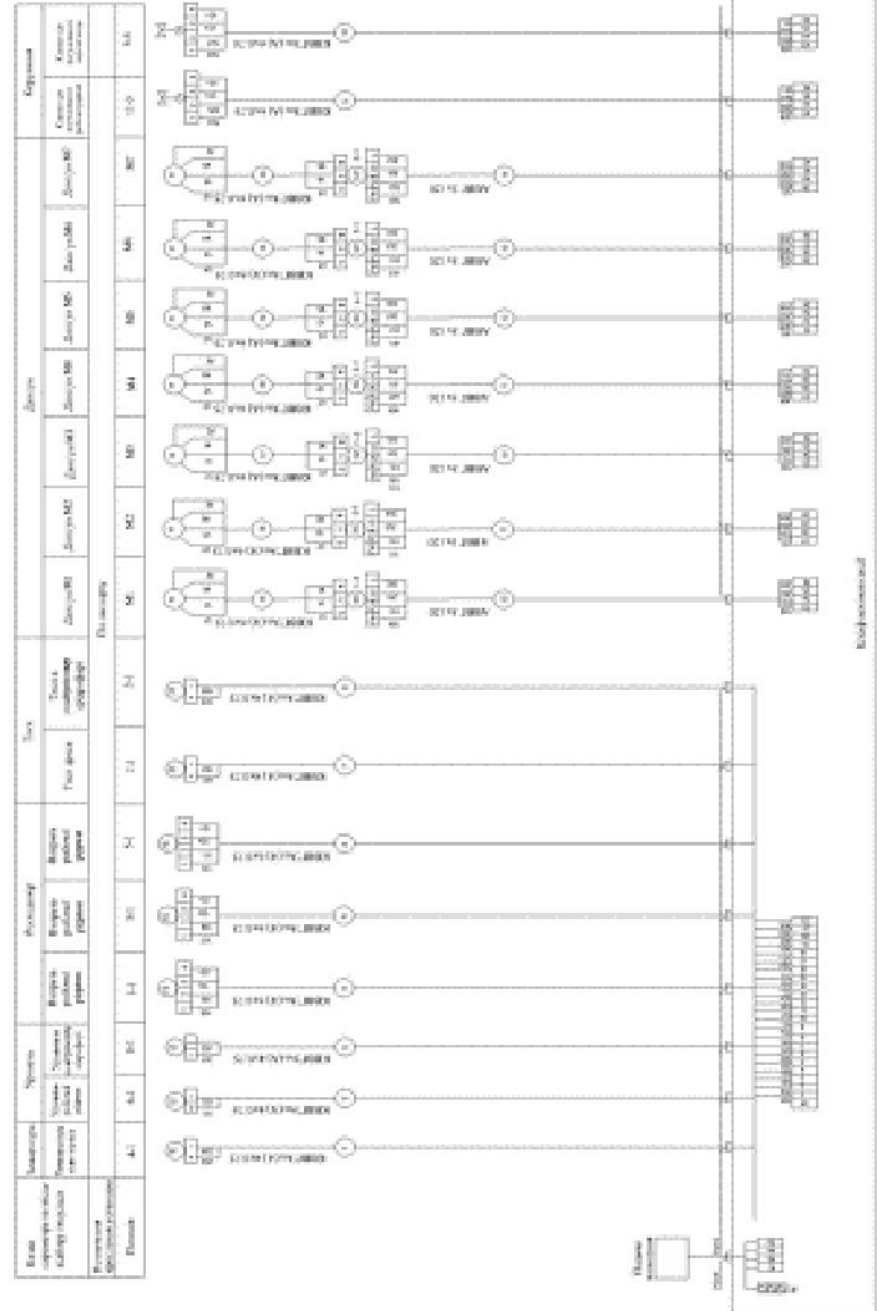


Схема підключення зовнішніх електричних проводок



В основі побудови зовнішніх схем з'єднання лежать такі принципи:

1. розділення силових і сигнальних ланцюгів для зниження рівня електромагнітних завад;
2. використання уніфікованих сигналів (перевозно 4–20 мА) для всіх каналів передачі технологічної інформації;
3. застосування екранованих кабелів з обов'язковим заземленням оболонки;
4. маркування та кольорове кодування проводів;
5. застосування клем типу XT1.1 та XT1.2, що дозволяє швидко здійснювати монтаж і діагностику;
6. резервування ключових ланцюгів керування, таких як тиск і температура, через дублюючі датчики.

ВИСНОВКИ

У цій кваліфікаційній роботі бакалавра була розроблена проєктна документація для автоматизації процесу пресування деревоволокнистих плит. Для досягнення поставленої мети було здійснено аналіз процесу як об'єкта керування, визначено основні канали контролю та впливу, а також обрано загальну структуру системи автоматичного управління. Ця структура включає основний контур стабілізації концентрації перегрупуваного продукту АПП.

Розроблена САК повністю відповідає технологічним вимогам до ведення процесу. На її основі була спроектована схема автоматизації, яка лягла в основу створення принципової електричної схеми, схеми зовнішніх з'єднань, мнемосхеми для SCADA-системи, а також визначення типу щита управління.

Було здійснено підбір необхідних технічних засобів автоматизації та конфігурацію контролера DigestLogic, враховуючи кількість аналогових входів і дискретних виходів.

У середовищі iFix була створена мнемосхема для SCADA-системи, яка забезпечує повноцінну візуалізацію процесу і зручне керування ним. Вона містить зображення основного технологічного обладнання (прес, гідрофори, штовхачі, завантажувальні та розвантажувальні етажерки), а також динамічні вікна контрольованих параметрів (температура плит у пресі, тиск, створений робочою рідиною гідрофора).