

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

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Зав. кафедри  
\_\_\_\_\_Довбиш А.С.  
\_\_\_\_\_2021р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

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

на тему: «Система автоматизованого керування станції рекуперації етилацетату»

(Дипломний проєкт)

Керівник проєкту:

асистент

Панич А.О.

Дипломник:

студент групи СУ-71

Грек В. М.

Ном.поз	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	№ екз.	Примітки
			<u>Документація загальна</u>			
			<u>Застосована</u>			
1			Завдання кафедри	1		
			<u>Новорозроблена</u>			
2		ТЗ	Технічне завдання	2		
3			Реферат	1		
4	A4	СУ-71 6.151.04 ПЗ	Пояснювальна записка	50		
			<u>Документація конструкторська</u>			
			<u>Новорозроблена</u>			
5	A2	СУ-71 6.151.04 А1	Система автоматизованого керування станції рекуперації етилацетату. Функціональна схема автоматизації	1		
6	A4	СУ-71 6.151.04 ПЕ	Система автоматизованого керування станції рекуперації етилацетату. Перелік елементів	1		
7	A4	СУ-71 6.151.04 С1	Система автоматизованого керування станції рекуперації етилацетату. Схема інформаційно-матеріальних потоків	1		
8	A4	СУ-71 6.151.04 СК	Система автоматизованого керування станції рекуперації етилацетату. Складальне креслення	1		

					<i>СУ-71 6.151.07.ДП</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Грек В. М.</i>			<i>Система автоматизованого керування станції рекуперації етилацетату. Відомість проекту</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Панич А.О.</i>					2	2
<i>Реценз.</i>						<i>СумДУ, СУ-71</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Довдиш А.С.</i>						

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.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту  
Греку Владиславу Михайловичу

1. Тема проєкту: Система автоматизованого керування станції рекуперації етилацетату. Затверджено наказом ректора університету. №0185-VI від “14” квітня 2021р.
2. Термін здавання студентом закінченого проєкту “31” травня 2021р.
3. Вихідні дані до проєкту: звіт з переддипломної практики, наукові публікації, статті, технічна документація.
4. Зміст пояснювальної записки: аналіз предметної області, система автоматизованого керування станції рекуперації етилацетату, вибір засобів автоматизації, розробка SCADA.
5. Перелік графічних матеріалів: 37 рисунків, 23 таблиць, 1 додатків.
6. Календарний план проєктування

Номер етапу	Зміст етапу проєктування	Термін виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Підбір та аналіз літератури і першоджерел.	14.04.2021 – 17.04.2021
2	Аналіз предметної області. Область застосування.	18.04.2021 – 25.04.2021
3	Система автоматизованого керування станції рекуперації етилацетату.	26.04.2021 – 05.05.2021
4	Розробка основних схем автоматизації.	06.05.2021 – 16.05.2021
5	Створення SCADA системи.	17.05.2021 – 22.05.2021
6	Оформлення дипломного проєкту та супровідної документації	23.05.2021 – 31.05.2021

7. Дата видачі завдання “14” квітня 2021р.

Керівник проєкту:  
асистент

Панич А.О.

До виконання прийняв:  
студент-дипломник  
групи СУ-71

Грек В. М.

## ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування системи автоматизованого керування станції рекуперації  
етилацетату

Розробник:  
студент групи СУ-71

Грек В. М.

Погоджено:  
асистент

Панич А.О.

Суми – 2021

1. Назва і галузь застосування: система автоматизованого керування станції рекуперації етилацетату; лакофарбові підприємства, підприємства по виготовлення штучної шкіри, підприємство з виготовлення гнучкої упаковки.

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

3. Мета і призначення проекту: Оглянути систему, розробити функціональні схеми автоматизації; Створити систему автоматизованого керування станції рекуперації етилацетату.

4. Джерела розроблення: конструкторська та технічна документація отримана під час проходження переддипломної практики.

5. Режим роботи об'єкта: режим роботи за графіком, з щоденними технічними роботами та регулярним плановим технічним обслуговуванням.

6. Умови експлуатації СК: живлення блоку живлення для шафи управління – 220В; частота – 50 Гц; живлення ПЛК – 24В; живлення промислового комп'ютера – 220В; 50Гц;. Ступінь захисту складових частин обладнання автоматизації – не нижче IP 20.

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

8. Стадії та етапи проектування:

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Підбір та аналіз літератури і першоджерел.	14.04.2021 – 17.04.2021
2	Аналіз предметної області. Область застосування.	18.04.2021 – 25.04.2021
3	Вдосконалення системи автоматизованого керування станції рекуперації етилацетату	26.04.2021 – 05.05.2021
4	Розробка основних схем автоматизації.	06.05.2021 – 16.05.2021
5	Розробка SCADA системи	17.05.2021 – 22.05.2021
6	Оформлення дипломного проекту та супровідної документації	23.05.2021 – 31.05.2021

9. Додатки: Додаток А . Структура САК та рівні.

## РЕФЕРАТ

Грек Владислав Михайлович. Система автоматизованого керування станції рекуперації етилацетату. Дипломний проект. Сумський державний університет. Суми, 2021 р.

Дипломний проект містить 54 аркушів пояснювальної записки, 37 рисунків, 23 таблиць, 1 додатків, 3 схеми. При виконанні дипломного проекту було використано 23 літературних джерел.

Даний дипломний проект спрямований на створення і опис системи автоматизованого керування станції рекуперації етилацетату. Розроблено технічне завдання. Розроблено основні технічні креслення та алгоритми роботи. В ході проекту була розроблена система автоматизованого керування станції рекуперації етилацетату, призначена для використання підприємствами які займаються лакофарбовими виробами, виробленням гнучкої упаковки та виробництвом штучної шкіри.

Ключові слова: система керування, рекуперація, адсорбція, етилацетат, дистиляція.

## ABSTRACT

Hrek Vladyslav Mihailovich. The system of automated control of the ethyl acetate recuperation station. Diploma project. Sumy state University. Sumy, 2020.

The diploma project contains 54 pages of explanatory notes, 37 figures, 23 tables, 1 appendices, 3 diagrams. 23 literary sources were used in the implementation of the diploma project.

This diploma project is aimed at creating and describing an automated control system for ethyl acetate recovery station. The technical task is developed. The basic technical drawings and algorithms of work are developed. During the project, an automated control system for the ethyl acetate recovery station was developed, intended for use by enterprises engaged in paint and varnish products, production of flexible packaging and production of artificial leather.

Key words: control system, recovery, adsorption, ethyl acetate, distillation.

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
до дипломного проєкту  
Система автоматизованого керування станції рекуперації етилацетату

Керівник проєкту:  
асистент

Панич А.О.

Виконав:  
студент групи СУ-71

Грек В. М.

Суми – 2021

## ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
ВСТУП .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.1 Область застосування станції з рекуперації розчинників.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.2 Призначення, експлуатація та характеристики станції рекуперації розчинника.	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.3 Типи трубопроводів.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
РОЗДІЛ 2 СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ СТАНЦІЄЮ РЕКУПЕРАЦІЇ ЕТИЛАЦЕТАТУ.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.1 Аналіз технологічного процесу рекуперації етилацетату .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.2 Функціональні задачі керування .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.3 Опис контурів керування .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.3.1 Контур фільтрації та адсорбції .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.3.2 Контур рекуперації або регенерації. ....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.3.3 Контур дистиляції та зберігання розчинника.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.3.4 Контур охолодження водою .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.3.5 Контур циркуляції гарячого термомасла.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.3.6 Контур охолоджувальної водно-гліколевой рідини .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.3.7 Контур забезпечення азотом.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
РОЗДІЛ 3 ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
3.1 Підбір ПЛК та ПК.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
3.2 Підбір давачів.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
3.3 Підбір виконавчих механізмів.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
РОЗДІЛ 4 SCADA система станції рекуперації етилацетату.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
4.1 Поняття SCADA.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
4.2 Вибір програмного забезпечення (ПЗ) .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
4.3 Елементи SCADA системи .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
4.3.1 Елементи SCADA системи контура фільтрації та адсорбції ....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

	4.3.2	Елементи SCADA системи контура регенерації розчинника ...	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b> <i>СУ-71 6.151.04.ПЗ</i>						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис						
Дата									
Розроб.	Грек В. М.		Система автоматизованого керування станції рекуперації етилацетату Пояснювальна записка						
Перевір.	Панич А.О.								
Реценз.									
Н. Контр.									
Затверд.	.Довбиш А.С.								
			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">Літ.</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Арк.</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Аркушів</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">49</td> </tr> </table>	Літ.	Арк.	Аркушів		2	49
Літ.	Арк.	Аркушів							
	2	49							
			<i>СумДУ, СУ-71</i>						



4.3.3 Елементи SCADA системи контура зберігання та дистиляції розчинника.... **Ошибка! Закладка не определена.**

4.3.4 Елементи SCADA системи контура охолодження водою..... **Ошибка! Закладка не определена.**

4.3.5 Елементи SCADA системи контура циркуляції термомасла .... **Ошибка! Закладка не определена.**

4.3.6 Елементи SCADA системи контура охолоджувальної водно-гліколевої рідини  
..... **Ошибка! Закладка не определена.**

4.3.7 SCADA система контура забезпечення азотом..... **Ошибка! Закладка не определена.**

ВИСНОВКИ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

ДОДАТОК А..... **Ошибка! Закладка не определена.**

					СУ-71 6.151.04.ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

САК – Система автоматичного керування;

ВМ – виконуючий механізм;

ПЛК – програмований логічний контролер;

ПК – промисловий комп'ютер;

SLA – пари етилацетату;

ПІД – пропорційно інтегрально диференціальний;

ТЗА – технічні засоби автоматизації.

					СУ-71 6.151.04.ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

На сьогоднішній день, людство не може уявити своє життя без підприємств, які кожного дня виробляють велику кількість різноманітних товарів. Всі продовольчі та промислові товари виробляють на виробничих підприємствах.

Звичайно, що всі підприємства, які займаються виробництвом товарів повинні мати початкову сировину з якої потім шляхом різних маніпуляцій отримують готовий до використання продукт.

Яскравим прикладом цього може бути виробництво гнучкої упаковки для дитячого харчування. Для її виробництва потрібна поліетиленова плівка, яка є сировиною, а далі на неї друк машина наносить різноманітні малюнки та написи. До того ж, щоб нанести малюнки та написи потрібна фарба та розчинник, вони також є сировиною. В якості розчинників можуть використовувати етилацетат, звичайний ацетон, бутилацетат та бензоли.

У нашому випадку використовують саме етилацетат, він найбільш оптимальний. Етилацетат – це безбарвна, летюча рідина з різким запахом.

Під час використання цього розчинника виділяються пари, які можна відправити на переробку або рекуперацію. Після чого етилацетат використовується повторно. Це дає змогу зменшити затрати на доставці та закупівлі розчинника, а також зменшує рівень забруднення атмосферного повітря.

Цим завданням і займається система автоматизованого керування станції рекуперації етилацетату, розробка якої описана в даному проєкті.

					<i>СУ-71 6.151.04.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						5
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

### 1.1 Область застосування станції з рекуперації розчинників.

Станції з рекуперації розчинників, а саме етилацетату використовується на багатьох виробничих підприємствах, які виробляють різні гнучкі упаковки. Це може бути упаковки дитячого харчування, упаковки продовольчих товарів, упаковки промислових товарів, упаковки їжі для тварин та багато інших.

Звичайно, щоб виробляти упаковку для різних замовників підприємства мають друкарські цеха, в яких стоїть автоматизована друкарська машина, фарба та розчинник етилацетат. Машина має 7-9 валів, де на кожному валу наноситься фарба певного кольору. Звичайно, що попередньо фарба розводиться з етилацетатом для кращого нанесення на упаковку, а далі вже готова надрукована упаковка відправляється до термокамери де вона і сушиться.

Оскільки етилацетат – розчинник летючий, а це означає, що він швидко випаровується і всі пари залишаються в цеху, де працюють люди. Для здоров'я працівників не бажано дихати великою концентрацією парів етилацетату і підприємство має два вирішення цієї проблеми.

Перший спосіб вирішення проблеми це – вивільнювати пари розчинника в атмосферу, шляхом вентилязованого провітрювання цеху. Цей спосіб досить простий в реалізації і не потребує великих затрат на додаткові технологічні пристрої та устаткування.

Другий спосіб більш складніший, дорожчий – побудувати автоматизовану станцію з рекуперації етилацетату (рис. 1). Тією ж системою вентиляції можна збирати пари етилацетату з цеху і транспортувати їх на станцію, де і відбуватиметься весь процес відновлення досить важливого ресурсу для підприємства – розчинника, який надалі можливо повторно використовувати. Це зменшить затрати на доставку за закупку етилацетату.

Більш того це на 98,5% зменшує забрудненість атмосфери випарами етилацетату і не завдає великої шкоди навколишньому середовищу.

					СУ-71 6.151.04.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.1 – Автоматизована станція з рекуперації етилацетату.

## 1.2 Призначення, експлуатація та характеристики станції рекуперації розчинника.

### Призначення.

Станція рекуперації розчинника – це установка, яка регенерує вже використаний розчинник, шляхом перетворення його парів в конденсат.

Установка для рекуперації розчинників (SRP) використовує технологію адсорбції органічного розчинника на активованому вугіллі, разом з системою попередньої дегідратації в газовій фазі і системою рекуперації активованого вугілля через інертний газ (азот).

Активоване вугілля рекуперують гарячим азотом, щоб отримати суміш рідкого розчинника, яка стане повністю безводною завдяки системі дегідратації в рідкій фазі.

Після зневоднення вихідний розчинник буде розділений в дистиляційній системі, що складається з двох незалежних колон, які дозволяють отримувати ацетати з необхідною чистотою.

SRP може бути систематизована в наступних пунктах:

- Фільтрація і адсорбція повітря, що надходить з друкованих машин, через адсорбер, що містять активоване вугілля;
- Рекуперація адсорберов і конденсація вихідних розчинників;

					СУ-71 6.151.04.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Періодична дистиляція;
- Зберігання;
- Послуги, необхідні для установки (термомасло, охолоджуюча рідина, водно-гліколева рідина, стиснене повітря, азот).

Вся установка управляється панеллю керування, використовуючи систему з мікропроцесором з програмованої модульної логікою, контрольовану персональним комп'ютером.

На рисунку 1.2 зображено з яких частин складається установка:

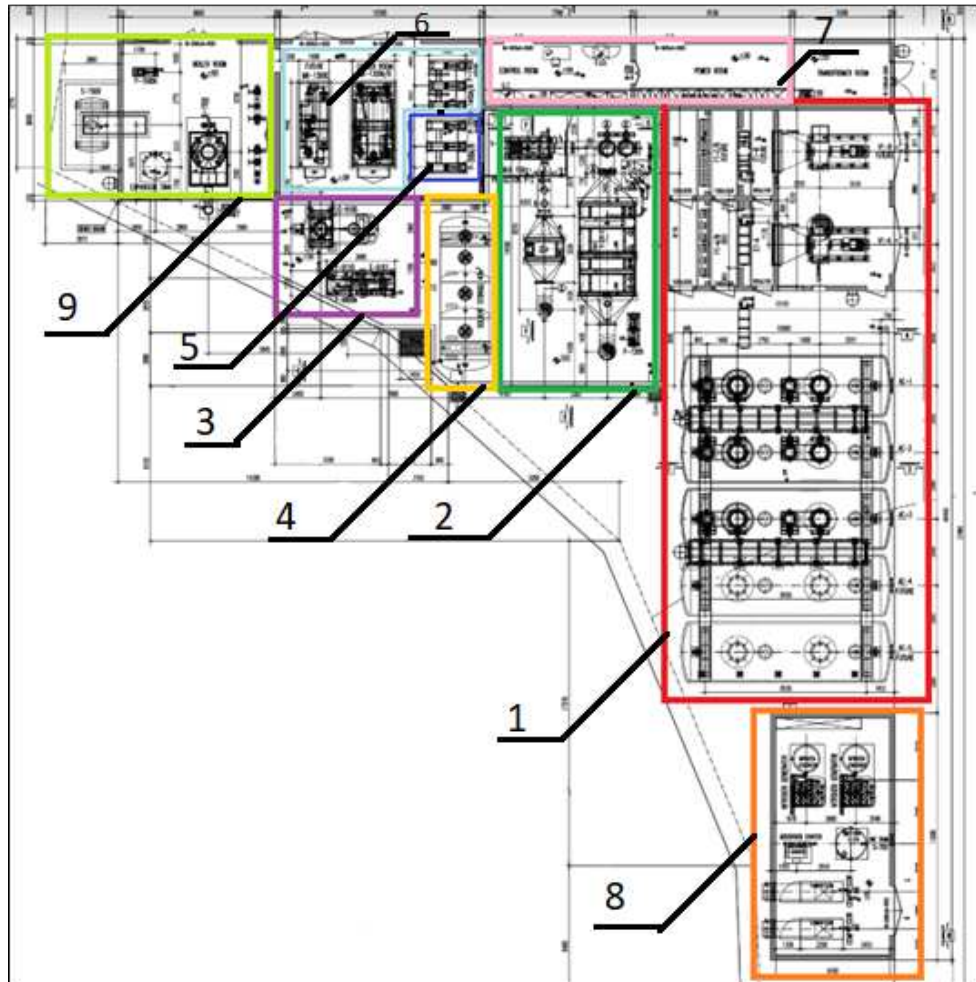


Рисунок 1.2 – Складові частини станції рекуперації розчинника:

- 1 – фільтрація і адсорбція; 2 – рекуперація; 3 – дистиляційна установка;  
 4 – зберігання в резервуарах і переміщення рідини; 5 – охолоджуюча рідина;  
 6 – охолоджуючий пристрій та водно-гліколева рідина; 7 – приміщення живлення та керування станцією; 8 – азот; 9 – котел горячого масла.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-71 6.151.04.ПЗ

Арк.

8

### Характеристики та правила експлуатації установки.

Всі друкарські машини, де відбувається нанесення малюнків та написів на гнучку упаковку знаходяться в великому цеху, понад 1500 тис. м. кв. Через це установка повинна забезпечувати транспортування доволі великого об'єму SLA, в середньому це 35 кНм<sup>3</sup>/ год. Величина витрат SLA в середньому складає 370 кг/год.

Установка може нормально функціонувати в нашому регіоні, при умові, щоб температура зовнішнього середовища була в діапазоні від -25 до +40°C, температура технічних приміщень коливалася від +5 до +30°C, температура в приміщенні контролю та керування – від +15 до 30°C. Установка може працювати цілодобово 6 днів на тиждень.

Склад SLA, який надходить від друкарських машин повинен знаходитися в діапазоні складу, вказаному в таблиці 1:

Таблиця 1 – Типи шкідливих речовин

Розчинники	%
Етилацетат	≥ 97.0
Етиловий спирт	< 3.0

Перед тим як концентрація розчинника потрапляє до фільтра та теплообмінника, температура його може коливатися в діапазоні від 37°C до 60 °C і відносна вологість SLA максимум повинна не перевищувати значення 66%.

Електрична енергія для платформ електроживлення та керування:

- Напруга, фази, частота: 400В, 3 фази, 50Гц.
- Загальна потужність: 1.220 кВт.
- Максимальна розрахована адсорбована потужність: 860 кВт.

Паливо – СН<sub>4</sub> (природний газ):

Регулюючий тиск в діапазоні від 150 до 300 мбар, приблизні витрати – від 0 до 300 Нм<sup>3</sup>/год.

Теплова енергія (горяче масло):

- температура масла від +240 °C до +270°C;
- робочий тиск від 2 до 4 бар.

Стиснене повітря:

- температура від 10 °C до 30 °C;

					СУ-71 6.151.04.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- робочий тиск від 0 до 6 бар;
- витрати стисненого повітря до 100 м<sup>3</sup>/год.

Вода для підживлення та охолодження:

- температура коливається в діапазоні від +10 °С до +20 °С;
- витрати води до 18.0 м<sup>3</sup>/год;
- тиск подачі води 1.5 – 2.5 бар.

Генератори азоту:

- тиск від 0 до 1 бар;
- температура від -10 °С до 30 °С

### 1.3 Типи трубопроводів

У таблиці 2 приведено клас ліній установки для рекуперації розчинника відповідно до температури та тиску.

Таблиця 2 – Типи трубопроводів

Характеристика величини		Трубопроводи	Тиск	Температура
Опис	Фізична величина	DN (від\до)	Експлуатація (від\до)	Експлуатація (від\до)
Термомасло	рідина	15...25	0...+270	0...+270
Водно - гліколева рідина (40%)	рідина	15...40	0...0,5	-18...+15
Азот	газ	15...65	0,08...1	-10...+30
Розчинник етилацетат	рідина	15...80	0...0,5	-10...+50
Пари етилацетату до адсорбції	газ	500...800	0...0,02	-14...200
Адсорбовані пари етилацетату	газ	200...300	0...0,04	-10...+200
Вода для	рідина	15...40	0...0,5	+25...+35



## РОЗДІЛ 2 СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ СТАНЦІЄЮ РЕКУПЕРАЦІЇ ЕТИЛАЦЕТАТУ.

Під час проведення аналізу предметної області, я прийняв рішення взяти до уваги автоматизовану станцію рекуперації етилацетату. Дана станція має великий ряд переваг для підприємств, описані в першому розділі. Найголовнішими перевагами є покращення екологічних умов, економія на закупівлі та доставці сировині.

### 2.1 Аналіз технологічного процесу рекуперації етилацетату

Технологічний процес рекуперації розчинника можна представити у вигляді схеми інформаційно – матеріальних потоків СУ-71 6.151.04 С1

### 2.2 Функціональні задачі керування

На основі схеми інформаційно – матеріальних потоків можна скласти список функціональних задач керування станцією рекуперації етилацетату. Такими задачами є:

- підтримка параметрів та контроль температури в кожному контурі керування;
- керування центробіжними насосами;
- керування центробіжними вентиляторами;
- контроль тиску в кожному контурі керування;
- контроль витрат рідини та рівень рідини в резервуарах;
- керування виконуючими механізмами (ВМ);
- контроль процесу адсорбції, конденсації та дистиляції.

### 2.3 Опис контурів керування

#### 2.3.1 Контур фільтрації та адсорбції

Основною функцією контуру фільтрації та адсорбції (рис. 2.1) є транспортування повітря насиченого етилацетатом по вентиляційній трубі від цеху, в якому знаходиться і працює друкарська машина до фільтрувальної кімнати. Контур складається з фільтраційних килимів із скловолкна, які забезпечують видалення різноманітних домішок (механічні часточки, пил, пух). Ці фільтраційні килими оснащені двигунами з прямим приводом і

					СУ-71 6.151.04.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кінцевим вимикачем, щоб показати на екрані ПК запит на заміну фільтрів. Після фільтрації повітря охолоджується за допомогою теплообмінника до оптимальної температури (25-30\*С) і потрапляє до адсорбера. Завдяки використанню активованого вугілля вищої якості, на ньому адсорбуються пари розчинників, а чисте повітря витісняється в атмосферу.

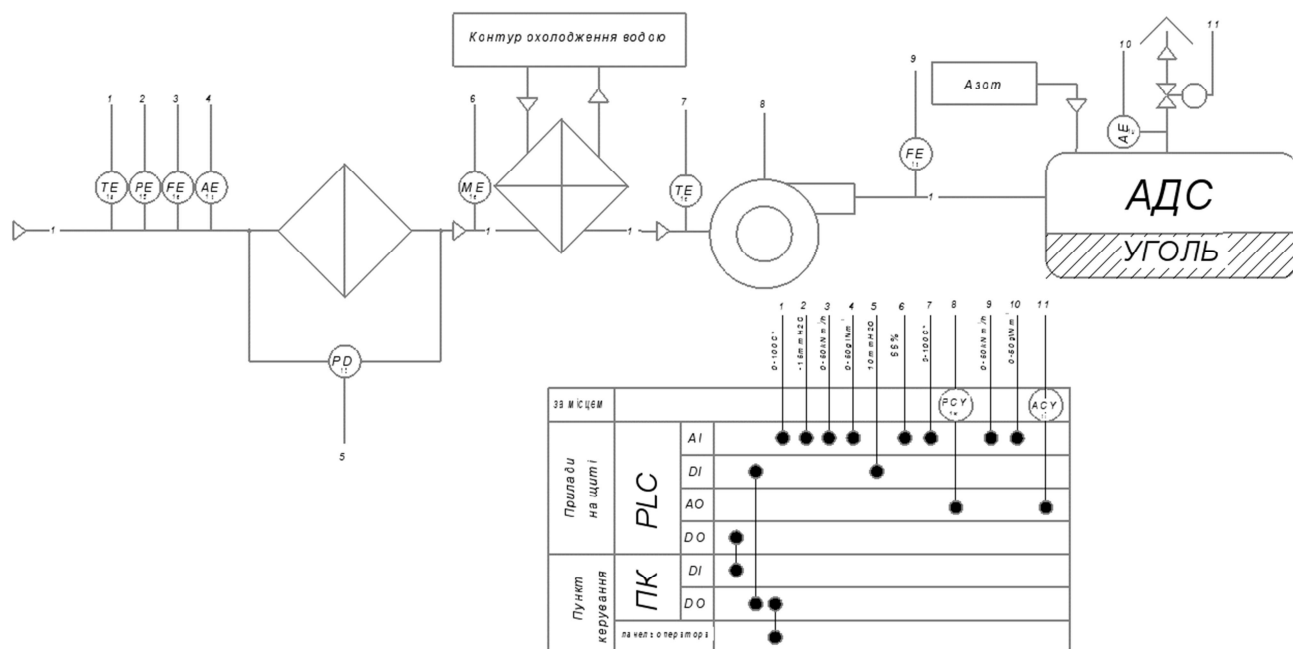


Рисунок 2.1 – Контур фільтрації та адсорбції

### 2.3.2 Контур рекуперації або регенерації.

Коли активоване вугілля, що знаходиться в адсорбері, насичене розчинником і не може адсорбувати наступний потік парів етилацетату, тоді розчинник десорбується з вуглецю азотом і вилучається конденсат розчинника. Цим і займається контур регенерації (рис. 2.2). Регенерацію можна розділити на декілька етапів:

1. Етап дегідратації: під час цього етапу вся волога яка залишається на активованому вугіллі десорбується і відправляється до фільтрувального відділення.
2. Етап інертизації: цей етап потрібен для забезпечення безпечної десорбції розчинника шляхом очищення контура азотом.
3. Етап нагрівання: вугілля розігрівається для десорбції розчинника.
4. Етап конденсації: під час цієї фази десорбція розчинника триває і газоподібний розчинник, присутній в потоці регенерації, конденсується всередині

теплообмінників Т3

5. Етап охолодження: на цьому етапі відбувається охолодження вуглецевого фільтра і підготовка до нової фази адсорбції.

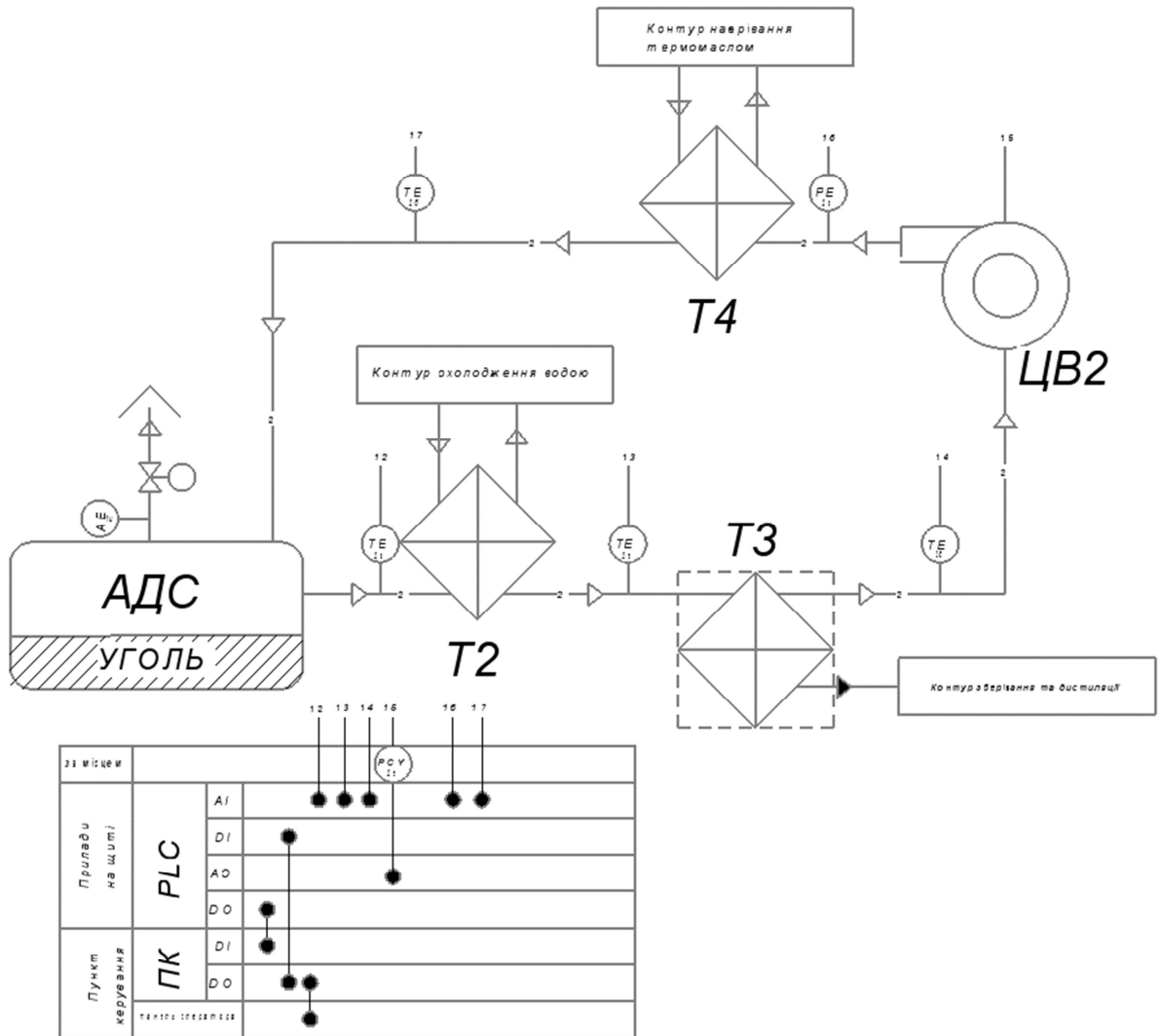


Рисунок 2.2 – Контур регенерації розчинника

### 2.3.3 Контур дистиляції та зберігання розчинника

#### Зберігання.

Після отримання конденсату, його зливають в спеціальний буферний резервуар, потім пневматичним насосом перекачують до постійного місця зберігання, а саме резервуара об'ємом 10м<sup>3</sup>.

#### Дистиляція.

Щоб отримати чистий етилацетат, конденсат, який було отримано в процесі регенерації, перекачують до дистиляційної установки центробіжним насосом.

Дистиляційна установка відокремлює висококиплячі рідини від низькокиплячих. Це означає, що з конденсату можемо отримати як чистий етилацетат, так і етиловий спирт та бензоли. Етиловий спирт використовують у промислових цілях, а бензоли продають замовнику.

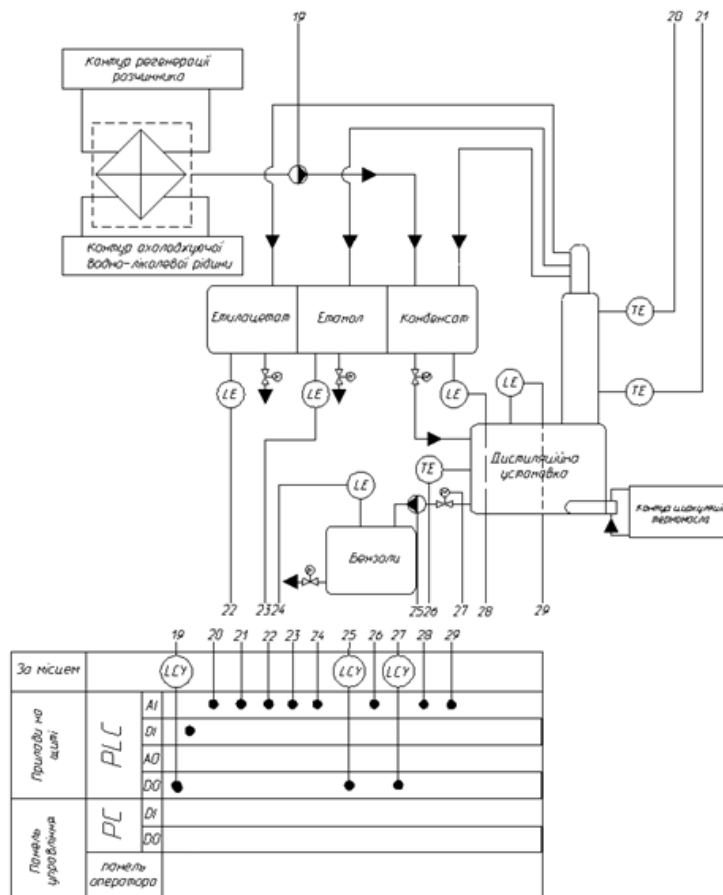


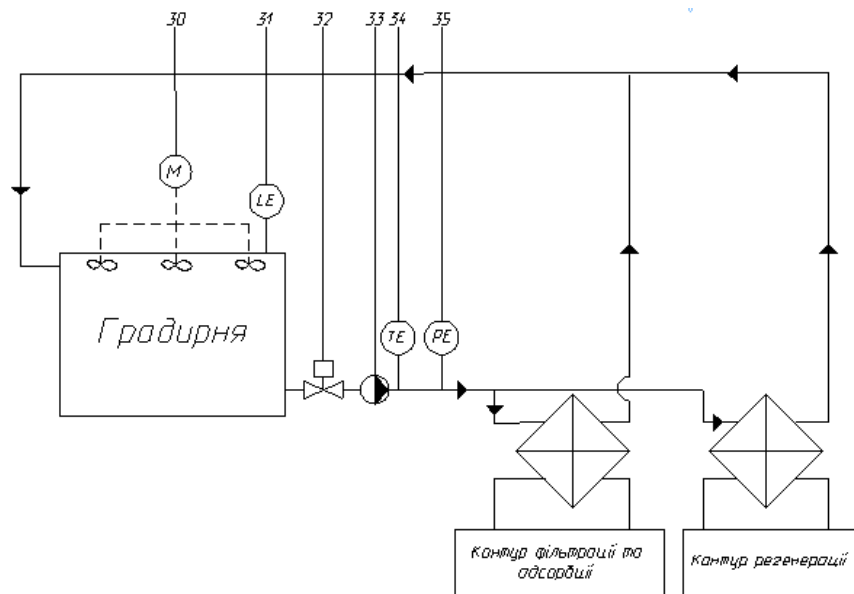
Рисунок 2.3 – Контур дистиляції та зберігання розчинника

### 2.3.4 Контур охолодження водою

Контур включає в себе:

- градирню;
- відцентрований насос;
- контрольно-вимірювальні пристрої.

Вода, яка знаходиться в градирні поступає до теплообмінників за допомогою відцентрованого насоса. Ця вода і охолоджує потік повітря насиченого парами етилацетату. Вода є технічною і до вживання непридатна. Щоб вода не замерзала, в градирні встановлено електричний опір, тому вона повинна бути постійно забезпечена електричним живленням. Вмикання та вимикання цього опору буде залежати від температури води в градирні.



За місцем		30	31	32	33	34	35
Прилади на шийті	PLC	AI	•	•	•	•	•
		DI					
		AO					
		DO	•	•	•		
Панель управління	PLC	DI					
		DO					
	панель оператора						

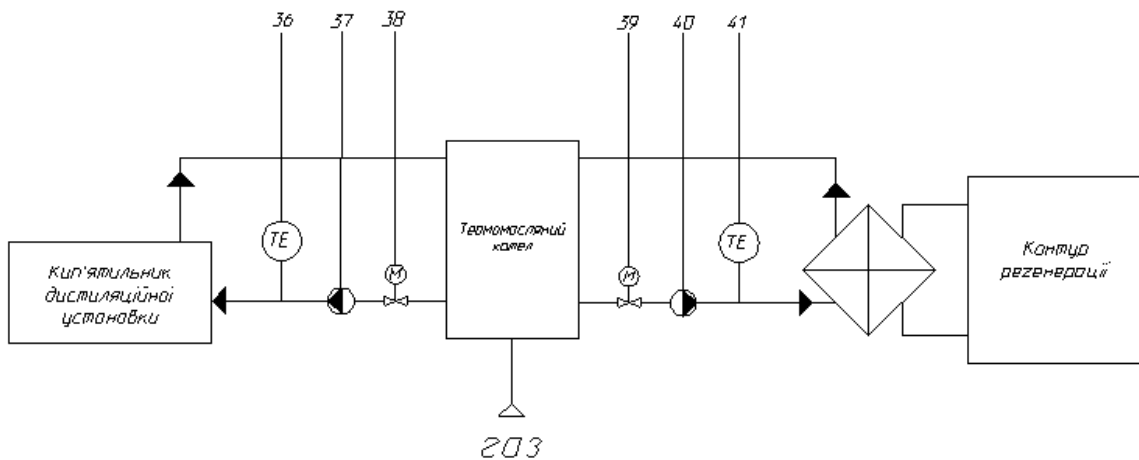
Рисунок 2.4 – Контур охолодження водою

### 2.3.5 Контур циркуляції гарячого термомасла

Контур циркуляції гарячого термомасла складається з:

- котла (енерго-носієм є газ);
- відцентрований насос;
- резервуар для зберігання термомасла;
- контрольно-вимірювальні прилади.

Термомасло за допомогою відцентрованого насоса надходить до теплообмінника та кип'ятильника дистиляційної колони. Теплообмінник нагріває пари етилацетату з яких не вдалося отримати конденсат, а кип'ятильник доводить до кипіння конденсат.



За місцем		36	37	38	39	40	41
Прилади на шиті	PLC	AI	●	●	●	●	●
	DI						
	AO						
	DO		●	●	●	●	
Панель управління	PLC	DI					
		DO					
	панель оператора						

Рисунок 2.5 – Контур циркуляції термомасла

### 2.3.6 Контур охолоджувальної водно-глікольної рідини

Контур охолоджувальної водно-глікольної рідини включає в себе:

- резервуар з рідиною;
- відцентрований насос;
- контрольно-вимірювальні прилади.

Для отримання конденсату, SLA проходить через теплообмінник ТЗ, де температура повинна бути нижче точки роси. Технічна вода для таких цілей не підходить, тому використовуємо водно-глікольову рідину. Температура замерзання буде залежати від проценту домішки гліколевой рідини (див. таблицю 3). Рідина циркулює по комунікаціях за допомогою відцентрованого насосу.

Таблиця 3 – Температура замерзання водно-глікольної рдини

Концентрація гліколя	Температура замерзання
15%	-6°C
25%	-11°C
45%	-29°C
50%	-35°C
55%	-43°C
60%	-50°C
65%	-58°C
70%	-70°C
75%	-55°C

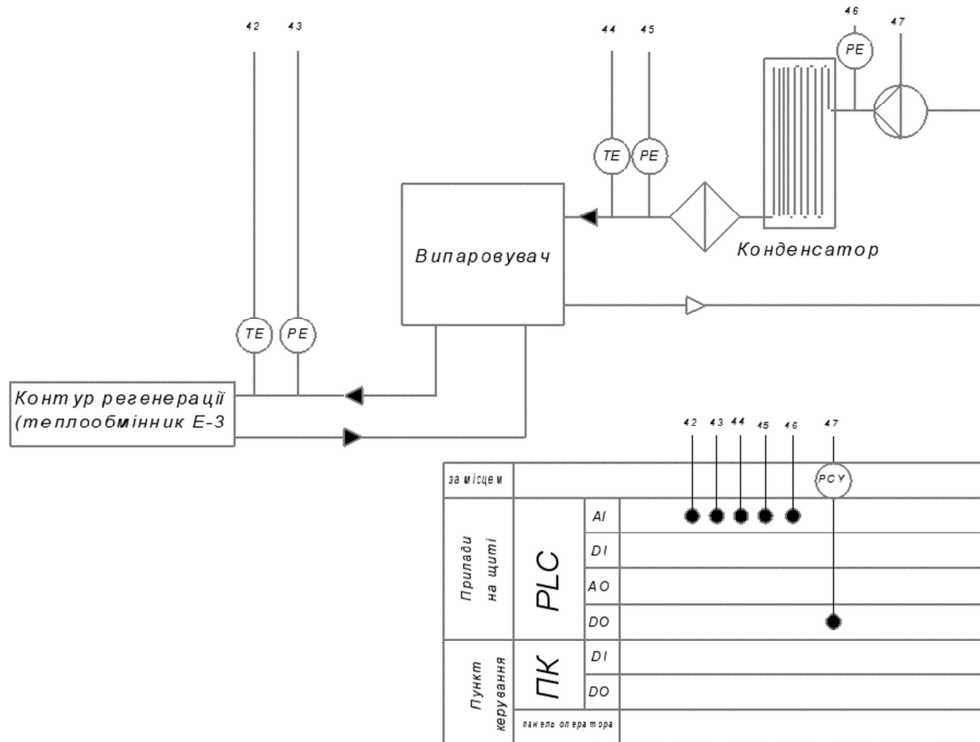


Рисунок 2.6 – Контур водно-глікольової рідини

### 2.3.7 Контур забезпечення азотом

Контур забезпечення азотом складається з:

- генератори азоту;
- резервуари для зберігання газоподібного азоту;
- система клапанів;
- контрольно-вимірювальні прилади.

Функція даного контура полягає в забезпеченні безпеки установки, шляхом подачі газоподібного азоту у всі частини установки.



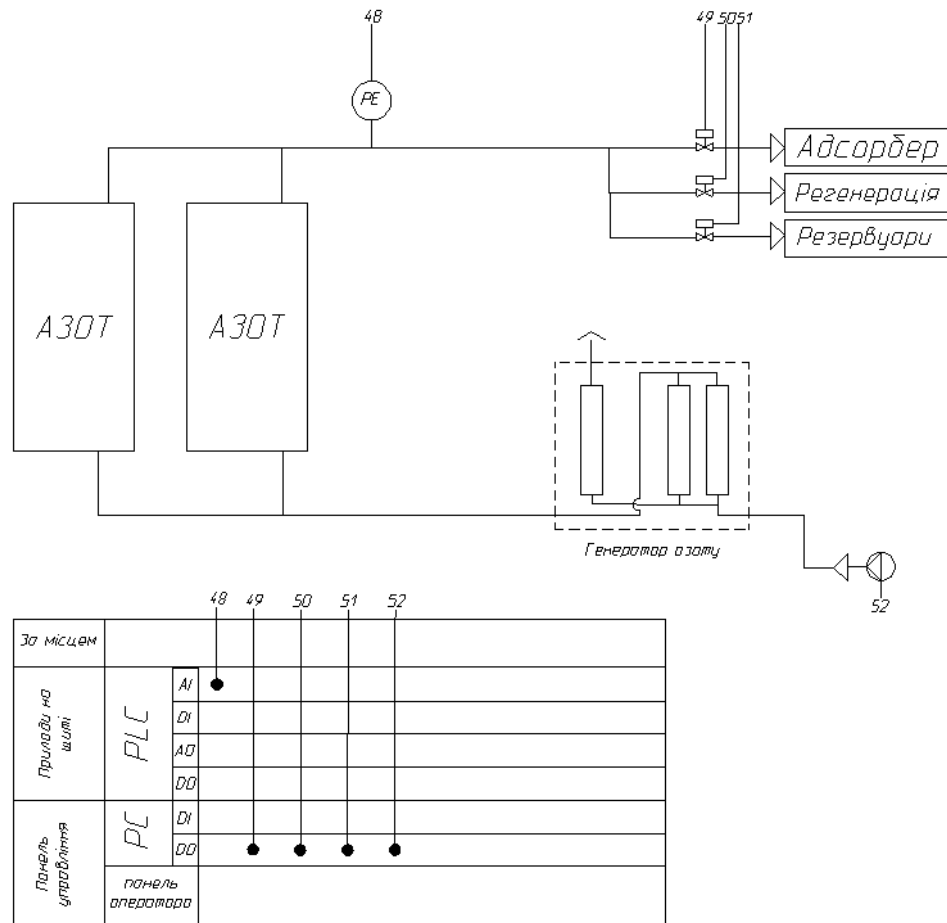


Рисунок 2.7 – Контур забезпечення азотом

За результатами аналізу контурів керування, можемо скласти таблицю вхідних та вихідних сигналів див. табл. 4 та 5.

Таблиця 4 – Таблиця вхідних сигналів

Таблиця вхідних сигналів			
№ п/п	Сигнал	Діапазон вимірювань	Тип сигналу
1	Температура SLA	0 - 80*С	4 - 20мА
2	Тиск SLA	0 - 16 бар	4 - 20мА
3	Диференціальний тиск SLA	0-10 бар	4 - 20 мА
4	Рівень рідин	0 - 2 м	4 - 20 мА
5	Витрати повітря	до 60000 м <sup>3</sup> /год	Аналоговий (RS-485)
6	Витрати рідини	до 300 м <sup>3</sup> /год	Аналоговий (RS-485)
7	Газоаналізатор	0 - 100%	Аналоговий (RS-485)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

СУ-71 6.151.04.ПЗ

Арк.

19

Таблиця 5 – Таблиця вихідних сигналів

№ п/п	Сигнал	Діапазон вимірювань	Тип сигналу	ВМ
1	Подача SLA в систему	0..1	Дискретний	Відцентрований вентилятор (55кВт) через частотний перетворювач (55кВт)
2	Подача води	0..1	Дискретний	Відцентрований насос (3кВт) через частотний перетворювач (11кВт)
3	Перекачування конденсату	0..1	Дискретний	Відцентрований насос (11кВт) через частотний перетворювач (11кВт)
4	Подача конденсату	0..1	Дискретний	Електромагнітний клапан
5	Перекачування; подача бензолів	0..1	Дискретний	Електромагнітний клапан; Відцентрований насос (11кВт) через частотний перетворювач (11кВт)

					СУ-71 6.151.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

## РОЗДІЛ 3 ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

### 3.1 Підбір ПЛК та ПК

Програмований логічний контролер (ПЛК) – це електронний пристрій, за допомогою якого можна автоматизувати будь-який технологічний процес. Зазвичай логічний контролер використовується в складних умовах експлуатації. ПЛК зазвичай працює в режимі реального часу. Він складається з:

- процесора;
- просторої пам'яті (ОЗП, ПЗП);
- порти I/Q (входи/виходи);
- інтерфейси зв'язку;
- таймери;
- системний годинник;
- периферійні пристрої.

Все це забезпечує роботу і взаємодію усіх складових частин і зовнішніх пристроїв ПЛК за допомогою спеціальних програм, які завантажуються у внутрішню пам'ять контролера.

Звичайно, щоб ПЛК працював, нам потрібно його запрограмувати. Для цього існує міжнародний промисловий стандарт ІЕС 61131-3. Він включає в себе мови програмування:

- IL – мова схожа на асемблер;
- ST – мова схожа на паскаль;
- LD – мова релейних схем;
- FBD – мова функціональних блоків;
- SFC – мова діаграм станів.

В якості ПЛК для системи автоматизованого керування було обрано SIEMENS S7 – 1200. Даний контролер задовольняє всі технічні вимоги, є надійним на відміну від аналогів та має адекватну ціну. Перевагами S7 – 1200 є:

- забезпечення гранично простих стартових рішень;
- оперативний і простий процес знайомства з контролером;
- зручний у використанні стандартний набір команд і доступні для розуміння принципи програмування дозволяють значно знижувати витрати часу на розробку проектів;

					СУ-71 6.151.04.ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- гранично доступні і повні характеристики реального масштабу часу: опції переривань, швидкісні лічильники і імпульсні виходи дозволяють використовувати цей тип обладнання для автоматизації швидко протікаючих процесів;

- контролер дозволяє використовувати свою продуктивність на всі 100% в розподілених структурах автоматизації.

- має степінь захисту IP20 по IEC 529;

- має вбудований інтерфейс PROFINET (з підтримкою протоколу TCP/IP) для обміну даними з системою проектування, приладами та системами людино-машинного інтерфейсу.

- має вбудований ПІД регулятор, який можна налаштувати.

- має роз'єм для Memory Card;

- є декілька модифікацій ПЛК.



Рисунок 3.1 – ПЛК SIEMENS S7-1200

Промисловий комп'ютер (ПК) – це комп'ютер, який повинен забезпечувати роботу усіх програмних засобів у промисловому технологічному процесі на підприємствах. Оскільки ПК зазвичай працюють в важких умовах, тому їх корпуси зазвичай повинні бути захищені від зовнішніх факторів, таких як:

- підвищена вібрація та удари;

- різкі перепади температур навколишнього середовища;

- підвищена волога, взаємодія з водою, пил.

Промислові комп'ютери мають значно більший життєвий цикл на відміну від звичайних персональних комп'ютерів. Середній термін життя промислового комп'ютера 10 років, а персонального комп'ютера - 5 років. Звичайно, що звичайні персональні комп'ютери не захищені ні від пилу, ні від вологи тим паче, ні від вібрації та ударів, що поступається ПК. До того ж, для системи автоматизованого керування станцією рекуперації етилацетату найкраще буде використовувати саме промисловий комп'ютер.

					СУ-71 6.151.04.ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6 – Технічні характеристики ПЛК SIEMENS S7-1200

Характеристики	Значення
Живлення, В	24
Потужність, Вт	12
Кількість входів, AI	2, 0 - 10 В
Кількість входів, AO	2, 0 - 20 мА
Кількість входів, DI	10, 24 В; 4, RS-485
Кількість входів, DO	4; 4, RS-485
Робоча температура навколишнього середовища, *С	-20...60

На жаль, ПЛК SIEMENS S7-1200 має обмежену кількість портів вводу/виводу, тому для їх розширення використовують спеціальні модулі. Вони так і називаються, модулі вводу – виводу. Такими модулями будемо користуватися і ми. Для вводу та виводу аналогових сигналів, можна обрати модуль SM 1234 (рис. 3.2), який підходить під наш ПЛК та задовольняє технічні параметри. Даний модуль має 4 вхідних аналогових портів та 2 вихідних аналогових портів, що дає змогу як приймати сигнали з аналогових датчиків так і дає змогу віддавати керуючий сигнал виконуючим механізмам.



Рисунок 3.2 - Модуль вводу-виводу аналогових сигналів SM 1234

Його технічні характеристики наведені в таблиці 7.

Таблиця 7 – Параметри модуля вводу - вивода

Характеристика	Значення
Кількість входів	4
Кількість виходів	2
Живлення, В	24
Потужність, Вт	2
Допустима вхідна напруга, В	35
Допустимий вхідний струм, мА	40
Робоча температура навколишнього середовища, *С	-20...60

Оскільки наша система працює ще і з дискретними сигналами, потрібен модуль вводу – виводу дискретних сигналів. Цей модуль має назву SM 1223 (рис. 3.3). Даний модуль має 8 дискретних вхідних портів та 8 вихідних портів.



Рисунок 3.3 – Модуль вводу-виводу дискретних сигналів SM 1223

Технічні характеристики модуля SM 1223 можемо переглянути в таблиці 8.

Таблиця 8 – Параметри модуля SM 1223

Характеристика	Значення
Кількість входів	8
Кількість виходів	8
Живлення, В	24
Потужність, Вт	2.5
Допустима вхідна напруга, В	24
Допустимий вхідний струм, мА	4
Робоча температура навколишнього середовища, *С	-20...60

В якості ПК обираємо Siemens SIMATIC IPC647D. Це потужний ПК, який задовольняє вимоги щодо швидкості та надійності. Переглянути технічні характеристики ПК SIMATIC IPC647D можна в таблиці 9.

Таблиця 9 – Технічні характеристики промислового комп'ютера SIMATIC IPC647D

Характеристика	Значення
Інтерфейси	— 2 x LAN 10/100/1000 Mbit/s Ethernet interface (RJ45, з підтримкою функції team); — 4 x USB 2.0 по заду, 2 x USB спереду і 1 x знаходиться в середині для встановлення ліцензійних ПО — 2 x PS/2, COM1, COM2, LPT1, DVI-I
Процесори	— Intel Core i7-610E (2 ядра/4 потоки, 2.53 ГГц, 4 MB cache, Turbo Boost, VT-d, iAMT, EM64T); — Intel Core i5-520E (2 ядра/4 потоки, 2.4 ГГц, 3 MB cache, Turbo Boost, VT-d, iAMT, EM64T); — Intel Core i3-330E (2 ядра/4 потоки, 2.13 ГГц, 3 MB cache, EM64T).
Оперативна пам'ять	Від 1 гб до 8 гб, DDR3 1066 SDRAM.
Вбудовані інтерфейси	— PROFIBUS/MPI, CP 5611-сумісний або PROFINET, 3 x RJ45, CP 1616- сумісний; — Мережеві модулі (2 x PCI, 1 x PCI Express x16).
Розширення графіки	- PCI-Express графічна карта x16, (з підтримкою двох моніторів: 2 x VGA або 2 x DVI-D з адаптером), 256 МБ, дозвіл до 2048 x 1536 пікселів, 75 Гц, 32-бітний колір; - Адаптер для кабелю (DVI-I в VGA) для вбудованого графічного інтерфейсу (1 x VGA) для підключення монітора з аналоговим входом.
Накопичувачі	HDD SATA 3.5 "з технологією NCQ або твердотільний диск SATA 2.5"
ОС	Windows 7 Ultimate 32/64-bit, Windows Server 2003 R2 Standard Edition 32-bit, Windows Server 2008 Standard 32-bit, Windows



Рисунок 3.4 - Siemens SIMATIC IPC647D

ПЛК та ПК спілкуються по спеціальній шині по протоколу PROFIBUS. Структурну та рівні наведені в додатку А

### 3.2 Підбір датчиків

Для вимірювання температур у всіх контурах керування обираємо датчик температури Danfoss MBT 3279 084Z2021. Даний датчик має високу міцність та захист від вологи за стандартами IP65 по ІЕС 60529, захисну гільзу із нержавіючої сталі, малу інерцію та вимірю температуру в діапазоні від -50 до 300\*С. Технічні характеристики можемо побачити в таблиці 10.

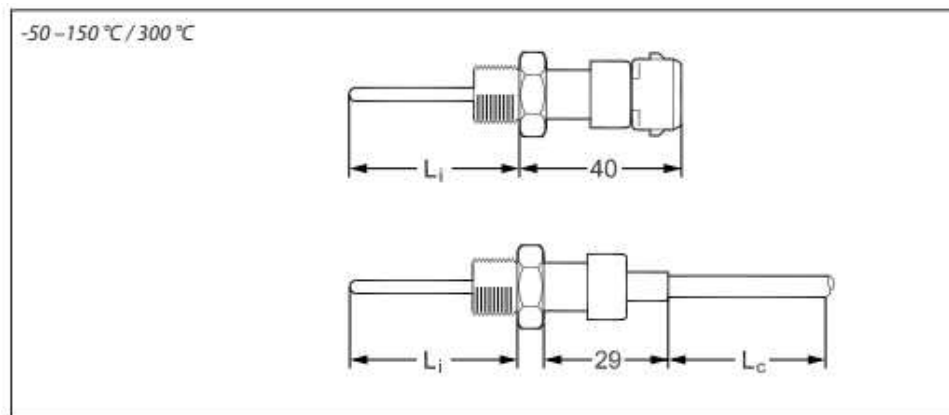


Рисунок 3.5 – Конструктивне виконання Danfoss MBT 3279 084Z2021

					СУ-71 6.151.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26



Таблиця 10 – Характеристики датчика Danfoss MBT 3279 084Z2021

Характеристика	Значення
Діапазон температур вимірювального середовища	-50 °С – 300 °С
Максимальний зовнішній тиск	500 бар
Чутливий елемент	Pt 100
Електричне з'єднання	Кабель
Схема підключення	2-х дротова
Похибка	EN 60751 клас В
Клас захисту корпусу	IP65 по IEC 60529

Для вимірювання тиску, в системі автоматизованого керування станцією рекуперації етилацетату використаємо датчик MBS 1700 DANFOSS 060G6105. Він має високу точність, стабільно працює в агресивному середовищі, має високу міцність та тривалий термін життя. Технічні характеристики представлено у формі таблиці 11.



Рисунок 3.6 – Перетворювач тиску MBS 1700 DANFOSS

					СУ-71 6.151.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Таблиця 11 – Характеристика давача тиску MBS 1700 DANFOSS

Характеристика	Значення
Вид робочого середовища	рідина, газ
Тип вимірюваного тиску	відносний
Діапазони вимірювань	0 – 10 бар
Діапазон допустимих температур робочого середовища	-40 – 85°C
Діапазон компенсованих температур	0 – 90°C
Час реакції	4 мс
Граничний тиск перевантаження	до 1500 бар
Тиск розриву чутливого елемента	до 2000 бар
Технологічне з'єднання	G 1/4, G 1/2
Матеріал контактуючих частин	нержавіюча сталь
Ударостійкість	500 g
Вага	0,25 кг
Тип вихідного сигналу	4 – 20 мА
Захист від неправильного включення полярності	є
Напруга живлення	9 – 32 В
Граничний струм	28 мА
Електричне підключення	штекер DIN 43650

В якості давача диференціального тиску можна обрати РОСМА РПД-Д. Цей давач потрібен для вимірювання і неперервного перетворення різниці тиску в уніфікований вихідний сигнал. В цьому давачі, тиск подається одразу на дві мембрани, аналоговий вихідний сигнал залежить від різниці тисків. Технічні характеристики давача можемо подивитися в таблиці 12.



Рисунок 3.7 – давач РОСМА РПД-Д

					СУ-71 6.151.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Таблиця 12 – Технічні характеристики давача РОСМА РПД-Д

Характеристика	Значення
Діапазон тисків, бар	0..100
Робоча температура, *С	-10...+80
Вихідний сигнал, мА	4..20
Напруга, В	24
Споживча потужність, Вт	не більше 3 Вт
Захист	IP65, нержавіюча сталь 08X17H13M2
Електричне з'єднання	2 дротове
Різьба з'єднання	M20×1,5 або G½

Для виміру рівня рідини в резервуарах, потрібен відповідний датчик, знаючи, що рівень води в кожному резервуарі не перевищує 2 х метрів, можна використати ультразвуковий датчик рівня UM30 - 13113. У нього є ультразвуковий випромінювач та приймач. Перший - генерує ультразвукові хвилі, вони поширюються, відбиваються від поверхності рідини та повертаються назад до приймача. Технічні характеристики датчика, можна переглянути в таблиці 13.



Рисунок 3.8 – Ультразвуковий рівнемір UM30 – 13113

					СУ-71 6.151.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Таблиця 13 – Технічні характеристики ультразвукового датчика рівня UM30 – 13113

Характеристика	Значення
Діапазон спрацювання, мм	200 - 2000
Робоча частота, кГц	200
Вихідний сигнал, мА	4-20
Тип з'єднання	роз'єм M12, 5 пінний роз'єм
Швидкість спрацювання, мс	100
Захист	IP 65
Робоча температура, *С	-20...70

Для вимірювання витрат газу або рідини потрібен відповідний датчик. Для цього я обрав датчик Turbo Flow GFG-F (рис. 3.5). Даний датчик має високу точність (похибка вимірів не більше 1% по всьому діапазону витрати), широкий діапазон вимірювань, універсальний протокол обміну з АСУ ТП (MODBUS RTU), відсутні рухомі частини, що зменшує зношення та збільшують термін експлуатації приладу. Передача даних відбувається по послідовному інтерфейсу RS-485. Параметри витратоміра можна подивитися в таблиці 14.



Рисунок 3.9 – Витратомір Turbo Flow GFG-F

Таблиця 14 – Параметри витратоміра Turbo Flow GFG-F

Характеристика	Значення
Робоче середовище:	Газ, повітря, пара
Діапазон вимірювання витрат:	0.016...280000м³/ч
Мінімальний діаметр трубопроводу	10мм
Максимальний діаметр трубопроводу	1400мм
Тиск вимірюваного середовища	до 200 бар
Похибка	1%-1,5%
Мінімальна температура процесу	-50°С
Максимальна температура процесу	70°С
Нижня робоча температура навколишнього середовища	-50°С
Верхня робоча температура навколишнього середовища	70°С

Для витрат рідини можна обрати витратомір теж цієї фірми Turbo Flow UFL-K. Перевагами його є висока точність виміру, має досить динамічний діапазон, надійність за рахунок відсутності рухомих частин. Передача даних відбувається по послідовному інтерфейсу RS-485. Параметри витратоміра можна подивитися в таблиці 15.



Рисунок 3.10 – Витратомір Turbo Flow UFL-K

Таблиця 15 – Параметри витратоміра Turbo Flow UFL-K

Характеристика	Значення
Робоче середовище:	Рідина, в'язка рідина
Діапазон вимірювання витрат:	0.39-14200м <sup>3</sup> /ч
Мінімальний діаметр трубопроводу	50мм
Максимальний діаметр трубопроводу	500мм
Тиск вимірюваного середовища	до 420 бар
Похибка	0,5% - 1%
Мінімальна температура процесу	-200°C
Максимальна температура процесу	180°C
Нижня робоча температура навколишнього середовища	-50°C
Верхня робоча температура навколишнього середовища	70°C
Степінь захисту	IP67, IP68, IP66

Для вимірювання концентрації етилацетату в повітрі можемо використати газоаналізатор MSA 47K [SIL 2]. Даний пристрій повністю задовольняє наші потреби за наступними параметрами (див. табл. 16).



Рисунок 3.11 – Газоаналізатор MSA 47K

Таблиця 16 – Параметри газоаналізатора MSA 47K

Характеристика	Значення
Лінійний динамічний діапазон	Стандартний, PRP та НТ датчик: 0 -100% НКПР
Схема з'єднання	Мостова схема Уїтстона
Термін експлуатації	3 роки
Робоча температура	Стандарт: -25...+55*С PRP: -40*С...+55*С НТ: -40*С...+160*С
Вологість	Від 5% до 95% без конденсації
Робочий тиск	0.8-1.2 бар
Швидкість руху повітря	До 20 м\с
Передача даних	RS-485

### 3.3 Підбір виконавчих механізмів

Для прогону SLA через фільтр та теплообмінник до адсорбера потрібен відцентрований вентилятор. Відповідно до даних установки, найкраще використовувати ВЦ 14-46 №8. Даний вентилятор обладнаний асинхронним двигуном АІР 250 М6 та частотним перетворювачем FRECON FR500A-4T-055G/075P(B)-Н для керування оборотами двигуна.



Рисунок 3.12 – Вентилятор ВЦ 14-46 №8

					СУ-71 6.151.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33



Таблиця 17 – Технічні характеристики вентилятора ВЦ 14-46 №8 з з двигуном АІР 250 М6

Характеристика	Значення
Тип	Асинхронний
Продуктивність, м3/ч	48000
Тиск, бар	0,027 бар
Потужність, кВт	55
Частота обертів, об/хв	1000
Струм, А	104
Захист	ІР 54
Напруга, В	380
Маса, кг	750
КПД, %	92,8
Момент інерції, кг*м2	1,48
Рівень шуму, дБ	до 80



Рисунок 3.13 – АІР 250 М6

					СЧ-71 6.151.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34



Таблиця 18 – Технічні характеристики перетворювача частоти FRECON FR500A-4T-055G/075P(B)-H

Характеристика	Значення
Тип робочої величини	Потужність
Інтерфейс	RS-485/Modbus
Максимальна вихідна частота, Гц	600
Максимальне число фіксованих швидкостей	16
Число фаз/напруги на вході/виході	3 фази / 380В; 50/60Гц
Пусковий момент	0.5 Гц 180%
КПД	90%
Кількість аналогових та дискретних вх/вих	По 2
Кількість дискретних входів	7
Кількість аналогових входів	3
Частота, Гц	50
Потужність, кВт	55
Вхідний струм (номінал), А	92 (станд.)/113 А (легка)



Рисунок 3.14 – Перетворювач частоти FRECON FR500A-4T-055G/075P(B)-H

Для прогону охолоджуючої рідини треба обрати насос. Переглянувши більшість варіантів, кінцевий вибір зупинився на LEO 3.0. Даний насос оснащений асинхронним двигуном, який працює разом з частотним перетворювачем. Параметри насоса вказано в таблиці 19.



Рисунок 3.15 – Відцентрований насос LEO 3.0 для перекачування води

Таблиця 19 – Технічні характеристики відцентрованого насоса LEO 3.0.

Характеристика	Значення
Потужність, кВт	3
Продуктивність, м3/ч	27
Кількість фаз	3
Напруга, В	380
Частота, Гц	50
Клас ізоляції та захисту	F / IPX4
Максимальна температура робочі рідини, *С	60
Швидкість, об/хв	2850

Для перекачки конденсату можна обрати насос ADH 180. Він може працювати з більш в'язким середовищем, ніж йому подібний LEO 3.0. Ми обрали даний насос, тому що він повністю відповідає нашим вимогам. Технічні характеристики приведені в таблиці 20.

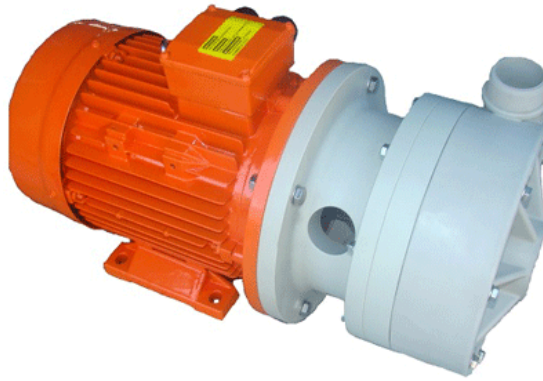


Рисунок 3.16 - Відцентрований насос АДН 180 для перекачування конденсату

Таблиця 20 – Технічні характеристики агрегату АДН 180:

Характеристика	Значення
Потужність, кВт	11
Продуктивність, м <sup>3</sup> /ч	75
Кількість фаз	3
Напруга, В	380
Частота, Гц	50
Клас ізоляції та захисту	F / IPX4
Характеристика	Значення
Максимальна температура робочі рідини, *С	Залежить від матеріалу: PP - 60°C, PVDF - 90°C
Швидкість об/хв	2800

Для охолодження води в градирні використовують спеціальні вентилятори, які обладнані асинхронним двигуном, він потрібен для того, щоб обертати вентилятори, які в свою чергу наганяють холодне повітря в середину градирні і вода охолоджується. Двигун обираємо АІР 100L2 5.5кВт на 2850 об/хв (рис. 3.17).



Рисунок 3.17 – Асинхронний електродвигун AIP 100L2

Таблиця 21 – Технічні характеристики агрегату ADH 180

Характеристика	Значення
Потужність, кВт	5,5
Кількість фаз	3
Напруга, В	380
Частота, Гц	50
Клас ізоляції та захисту	IP54
ККД, %	84,7
Швидкість об/хв	2850

Для керування швидкістю обертанням двигунів LEO 3.0, ADH 180 та AIP 100L2 потрібен перетворювач частоти FRECON FR500A-4T-011G/015PB-H



Рисунок 3.18 – Перетворювач частоти FRECON FR500A-4T-011G/015PB-H

					СУ-71 6.151.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Таблиця 22 – Технічні характеристики перетворювача частоти FRECON FR500A-4T-011G/015PB-H

Характеристика	Значення
Тип робочої величини	Потужність
Інтерфейс	RS-485/Modbus
Максимальна вихідна частота, Гц	600
Максимальне число фіксованих швидкостей	16
Число фаз/напруги на вході/виході	3 фази / 380В; 50/60Гц
Пусковий момент	0.5 Гц 180%
КПД	90%
Кількість аналогових та дискретних вх/вих	По 2
Кількість дискретних входів	5
Кількість аналогових входів	2
Частота, Гц	50
Потужність, кВт	11
Вхідний струм (номінал), А	25 (станд.)/32 (легка)

У якості регулюючих органів можна обрати електромагнітний клапан. Даний клапан має сердечник та катушку. Коли на катушку подаємо дискретний сигнал, вона притягує сердечник і даний клапан пропускає через себе потоки рідини або повітря.

Клапани необхідно обирати по тиску та по діаметру комунікаційних з'єднань. Для всіх комунікацій можна обрати Фланцевий електромагнітний клапан потоку. Він виглядає так, як показано на рисунку 3.19.



Рисунок 3.19 – Фланцевий клапан DN 15-50

Таблиця 23 – Характеристики клапана

Характеристика	Значення
DN	15-50
Потужність, Вт	25
Маса, Кг	2.5
Напруга, В	24
Робочий тиск, Бар	16

					<i>СУ-71 6.151.04.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		40

## РОЗДІЛ 4 SCADA система станції рекуперації етилацетату

### 4.1 Поняття SCADA

SCADA (supervisory control and data acquisition, система диспетчерського управління та збору даних) – це комп'ютерний додаток, який потрібен для моніторингу та керування технологічними процесами на виробничих підприємствах на високому диспетчерському рівні.

### 4.2 Вибір програмного забезпечення (ПЗ)

Для створення системи SCADA існує велика кількість спеціальних ПЗ:

- Simatic WinCC;
- Simple Scada;
- Rapid SCADA;
- SCADA KVisionOPC.

Із цих чотирьох програм, для створення SCADA системи я обрав програму Simple Scada. Основні можливості Simple Scada наступні:

- можна наглядно показати технологічний процес;
- відображає, архівує та записує інформацію отриману від технологічних об'єктів;
- відкритий OPC-інтерфейс (OLE for Process Control);
- може зберігати, відображати та записувати типи змінних.

					СУ-71 6.151.04.ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

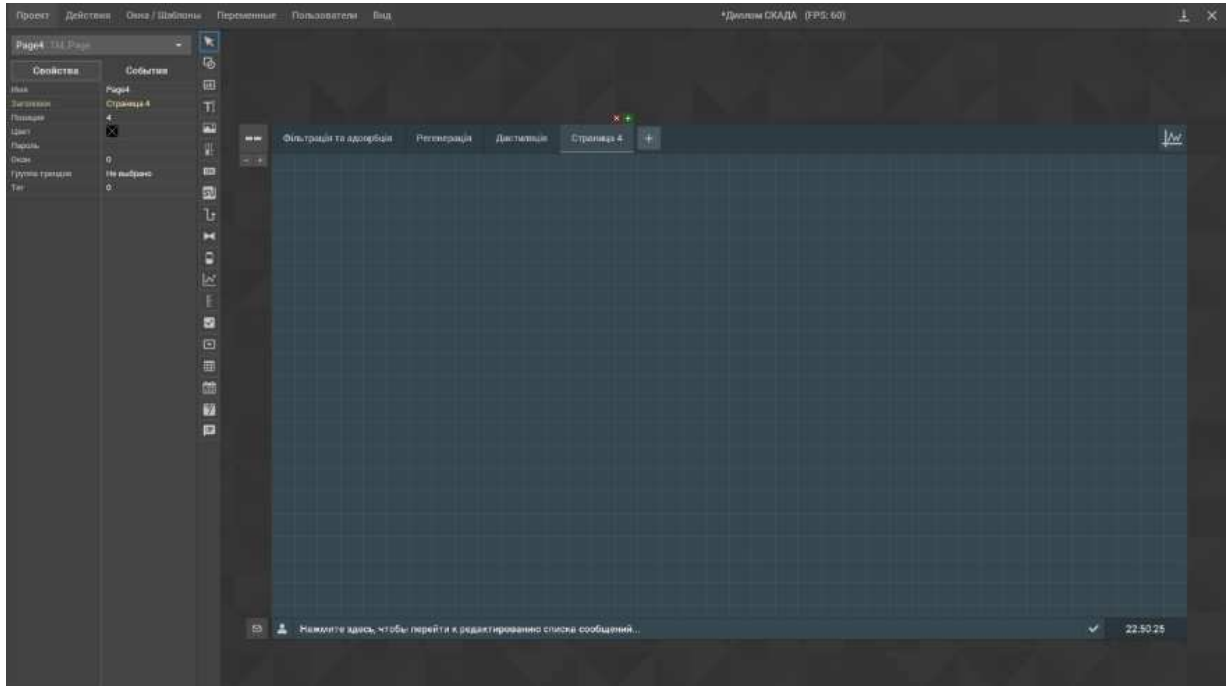


Рисунок 4.1 – Интерфейс Simple Scada

Програма має панель з інструментами(рис 4.2), в якій знаходяться багато різноманітних виконуючих механізмів, технологічних об'єктів та ін.

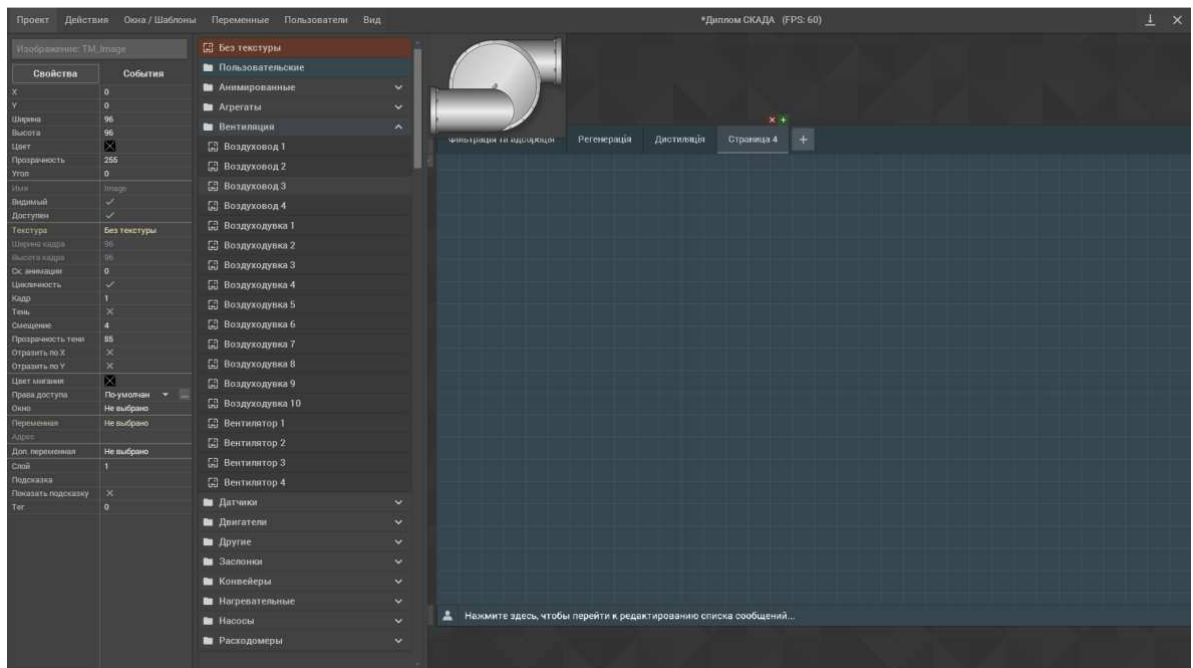


Рисунок 4.2 – Бібліотека Simple Scada

					СУ-71 6.151.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42





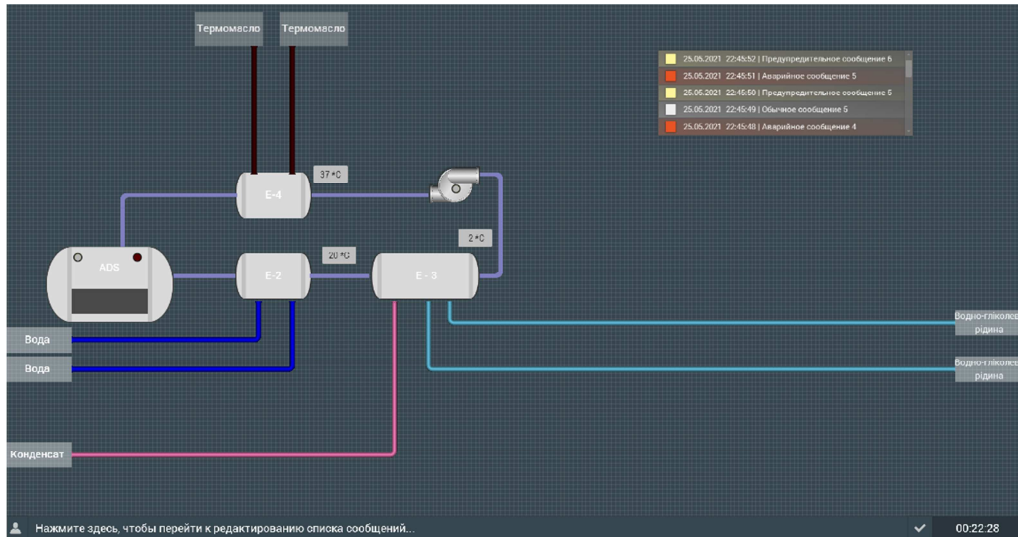


Рисунок 4.4 - Елементи SCADA системи контура регенерації розчинника

#### 4.3.3 Елементи SCADA системи контура зберігання та дистиляції розчинника

Даний контур має резервуари для зберігання конденсату, азеотропів, етилацетату та бензолів. Усі вище перераховані речовини окрім конденсату отримуються шляхом відділення висококиплячих рідин від низькокиплячих у дистиляційній установці. Після кипіння, кожна рідина потрапляє у свій резервуар. Контур має спеціальний відцентрований насос, який переміщує ці рідини, а також дросельні заслінки та датчики.

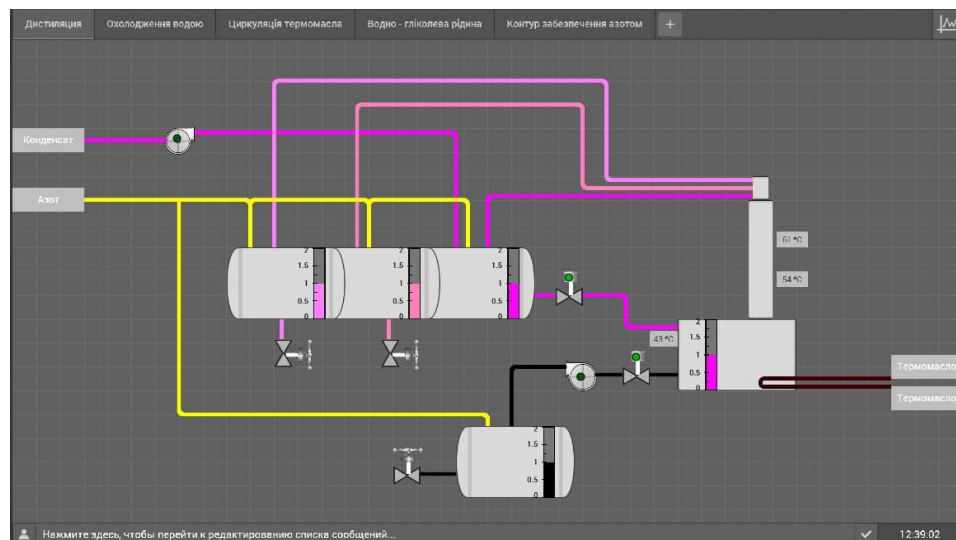


Рисунок 4.5 - Елементи SCADA системи контура зберігання та дистиляції розчинника

#### 4.3.4 Елементи SCADA системи контура охолодження водою

Контур охолодження водою повинен мати градирню, дросельну заслінку та відцентрований насос, а також датчики. Холодна вода буде подаватися на теплообмінники E-1 та E-2.

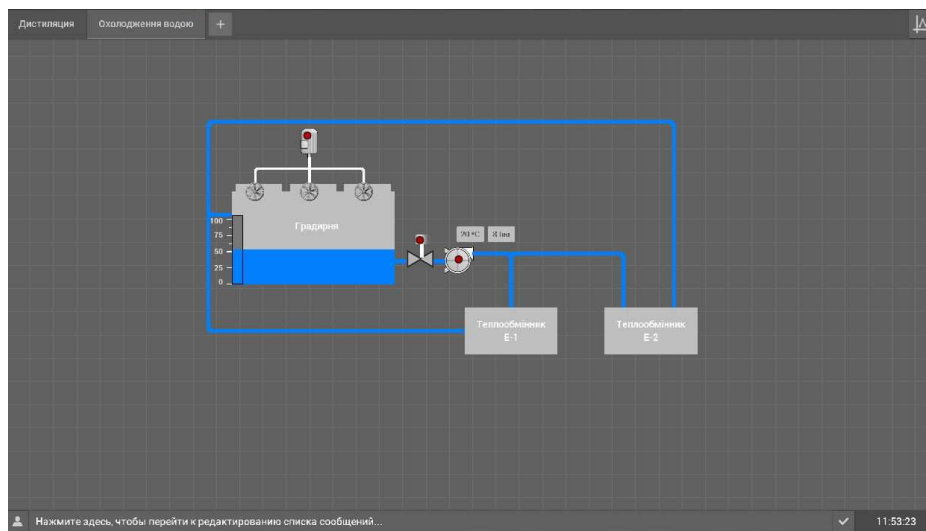


Рисунок 4.6 - Елементи SCADA системи контура охолодження водою

#### 4.3.5 Елементи SCADA системи контура циркуляції термомасла

Контур термомасла потрібен для нагрівання тих парів етилацетату, які не змогли піддатися конденсації.

Перед адсорбцією треба нагріти їх до належної температури 25-30\*С. Даний контур включає в себе газовий котел, який постійно гріє масло, відцентрований насос для прогону масла та датчики.

					СУ-71 6.151.04.ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

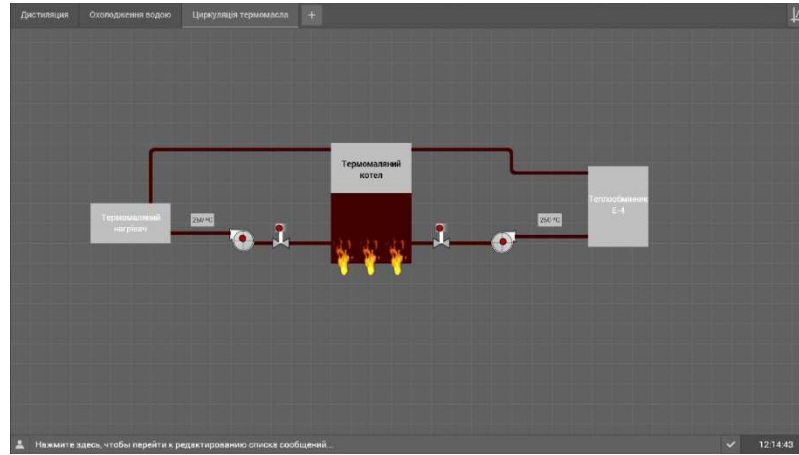


Рисунок 4.7 - Елементи SCADA системи контура циркуляції термомасла

#### 4.3.6 Елементи SCADA системи контура охолоджувальної водно-гліколевої рідини

Для побудови SCADA контура охолоджувальної водно-гліколевої рідини потрібно зобразити холодильний пристрій, резервуар з водно-гліколевою рідиною, відцентрований насос та контрольно-вимірювальні прилади.

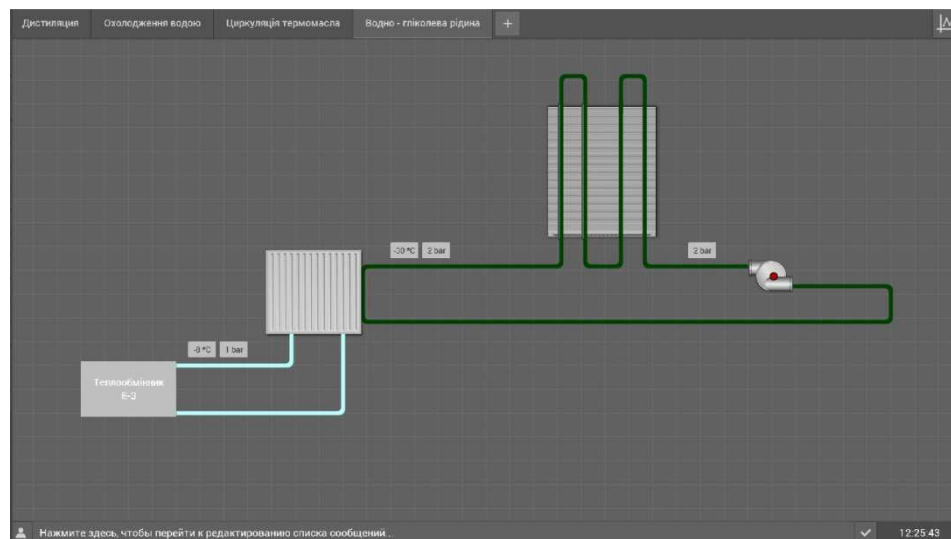


Рисунок 4.8 - Елементи SCADA системи контура охолоджувальної водно-гліколевої рідини

					СУ-71 6.151.04.ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4.3.7 SCADA система контура забезпечення азотом

Контур забезпечення азотом складається з генераторів азота, резервуарів для зберігання та системи дросельних заслінок, які керуються за допомогою крокових двигунів. Азот повинен постачатися до головних контурів, це – адсорбер, резервуари для зберігання.

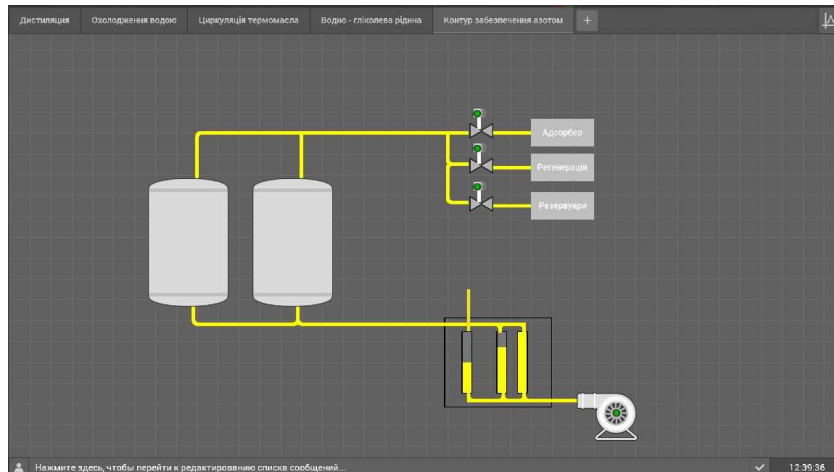


Рисунок 4.9 - Елементи SCADA системи контура забезпечення азотом

					<i>СУ-71 6.151.04.ПЗ</i>	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

У дипломному проекті було розроблено систему автоматизованого керування станції рекуперації етилацетату. а саме проведено аналіз об'єкта:

Розглянута область застосування (для підприємств з виготовлення гнучкої упаковки, шкіри, лакофарбових виробів), призначення та характеристики (призначена для переробки парів етилацетату в рідкий розчинник).

В результаті аналізу технологічного процесу було розроблено схему інформаційно – матеріальних потоків. З її використанням розроблено функціональну схему автоматизації. Детально розглянуті окремі контури керування: фільтрації та адсорбції; контур рекуперації; контур дистиляції та зберігання; контур охолодження водою; контур циркуляції термомасла; контур охолоджувальної водно-гліколевої рідини; контур забезпечення азотом.

Обрані технічні засоби автоматизації, а саме: датчики температури, тиску, витратоміри та ін; виконуючі механізми - двигуни, клапани, насоси, венилятори; програмований логічний контролер (SIEMENS SIMATIC S7-1200) з необхідними модулями (SM 1234 та SM 1224); розроблене складальне креслення шкафів керування.

Для розробки SCADA запропоновано обрати середовище Simple Scada. Розроблені елементи SCADA системи для контурів фільтрації та адсорбції, рекуперації, дистиляції та зберігання, охолодження водою, циркуляції термомасла, охолоджувальної водно-гліколевої рідини, забезпечення азотом.

					СУ-71 6.151.04.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Manual about solvent recovery plant., 2016. – 17 ... 106 с.
2. Галкін П. В., Ключник І. І. Програмування ПЛК в CODESYS : навчальний посібник. Харків : ФОП Панов А. М., 2019. 92 с.
3. Температура замерзання водно – гліколевої рідина [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: [http://tosolnn.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=111&Itemid=588](http://tosolnn.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=111&Itemid=588)
4. ДСТУ Б А.2.4-16 – 2008. Система проектної документації для будівництва. Автоматизація технологічних процесів. Зображення умовні приладів і засобів. Автоматизації в схемах. Введеній у 2008 році зі скасуванням ГОСТ 21.404-85.
5. Програмований логічний контролер [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.compel.ru/lib/95591>
6. Datasheet SIEMENS S7-1200 [Електронний ресурс]. – 2018. - Режим доступу до ресурсу: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ww/Catalog/DatasheetDownload?downloadUrl=teddatsheet%2F%3Fformat%3DPDF%26caller%3DMall%26mlfbs%3D6AG1212-1AE40-2XB0%26language%3Den>
7. General technical specification SIMATIC IPC647D [Електронний ресурс]. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10224666?tree=CatalogTree>.
8. Datasheet SIEMENS SM 1223 [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ru/Catalog/DatasheetDownload?downloadUrl=teddatsheet%2F%3Fformat%3DPDF%26caller%3DMall%26mlfbs%3D6ES7223-1BH32-0XB0%26language%3Den>
9. Datasheet SIEMENS SM 1234 [Електронний ресурс]. – 2018. - Режим доступу до ресурсу: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ru/Catalog/DatasheetDownload?downloadUrl=teddatsheet%2F%3Fformat%3DPDF%26caller%3DMall%26mlfbs%3D6AG1234-4HE32-2XB0%26language%3Den>
10. Давачі температури Danfoss [Електронний ресурс]. – 2019. - Режим доступу до ресурсу: <https://profimann.com.ua/images/companies/1/PDF/MBT%203560.pdf?1592907540313>

					СУ-71 6.151.04.ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Відомості про давач тиску Danfoss [Електронний ресурс]. – 2019. - Режим доступу до ресурсу: <https://uniset.ua/images/user/files/pdf/Danfoss/MBS1700-RU.pdf>
12. Витратомір рідини промисловий [Електронний ресурс]. – 2020. - Режим доступу до ресурсу: <https://energybase.ru/equipment/rashodomer-nefteproduktov-i-zhidkosti-Turbo-Flow-UFL-k>
13. Витратомір газу промисловий [Електронний ресурс]. – 2020. - Режим доступу до ресурсу:  
<https://energybase.ru/equipment/rashodomer-gaza-szhatogo-vozduha-promishlennii-Turbo-Flow-GFG-F>
14. Газоаналізатори [Електронний ресурс]. – 2020. - Режим доступу до ресурсу: [https://www.tex-x.ru/wp-content/uploads/2015/05/Instrukciya\\_47K.pdf](https://www.tex-x.ru/wp-content/uploads/2015/05/Instrukciya_47K.pdf)
15. Вентилятор високої продуктивності [Електронний ресурс]. – 2017. - Режим доступу до ресурсу:  
<https://vent-a.com.ua/pr3876-vc-14-46-%E2%84%968-s-dv.%C2%A055-kvt-1000-ob.min/>
16. Двигуни великої потужності [Електронний ресурс]. – 2018. - Режим доступу до ресурсу: [https://xn--80aqy.com.ua/katalog\\_elektrovdigatelei\\_air/air-250m6-55-kvt-1000-ob-min/](https://xn--80aqy.com.ua/katalog_elektrovdigatelei_air/air-250m6-55-kvt-1000-ob-min/)
17. Перетворювач частоти [Електронний ресурс]. – 2019. - Режим доступу до ресурсу: <https://saeron.com.ua/p1002290955-preobrazovatel-chastoty-5575.html>
18. Відцентрований насос та його параметри [Електронний ресурс]. – 2017. - Режим доступу до ресурсу: [https://sigma.ua/buy/nasos-tsentrobezhnny-380v-3-0kvt-hmax-38m-qmax-450l-min-2-leo-3-0-7752683/?gclid=eaiaiqobchmioninsjff8aivpwwiax0lnqhseaqybiabegjicfd\\_bwe](https://sigma.ua/buy/nasos-tsentrobezhnny-380v-3-0kvt-hmax-38m-qmax-450l-min-2-leo-3-0-7752683/?gclid=eaiaiqobchmioninsjff8aivpwwiax0lnqhseaqybiabegjicfd_bwe)
19. Електромагнітний клапан 15-50 DN [Електронний ресурс]. – 2017. - Режим доступу до ресурсу: <http://patriya.com.ua/index.php?id=101>
20. Перетворювач частоти 11 кВт [Електронний ресурс]. – 2017. - Режим доступу до ресурсу: <https://saeron.com.ua/p1000674244-preobrazovatel-chastoty-1115.htm>
21. Siggins, Morgana. "14 Major SCADA Attacks and What You Can Learn From Them". DPS Telecom. DPS Telecom. Retrieved 26 April 2021.
22. OFFICE OF THE MANAGER NATIONAL COMMUNICATIONS SYSTEM October 2004. "[Supervisory Control and Data Acquisition \(SCADA\) Systems](#)" (PDF). NATIONAL COMMUNICATIONS SYSTEM. Archived from [the original](#) (PDF) on 14 July 2015. Retrieved 14 July 2015.
23. Програмне забезпечення Simple Scada [Електронний ресурс]. – 2021. - Режим доступу до ресурсу: <http://simple-scada.com.ua>

					СЧ-71 6.151.04.ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



