

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри КСУ

_____ Петро ЛЕОНТЬЄВ

_____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня бакалавр

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

«Комп'ютеризовані системи управління та робототехніка»

на тему: «Автоматизація холодильної установки для штучної ковзанки»

Здобувача групи СУ-01

Ніколаєва Владислава Олексійовича

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Владислав НІКОЛАЄВ

(підпис)

Керівник: Асистент к.т.н. , доцент, Олександр ЖУРАВЛЬОВ _____

(підпис)

Ном.поз	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	№ екз.	Примітки
			<u>Документація загальна</u>			
			<u>Застосована</u>			
1	A4		Завдання кафедри	2		
			<u>Новорозроблена</u>			
2	A4	T3	Технічне завдання	3		
3			Анотація	1		
4	A4	СУ-01.6.151.01.ПЗ	Пояснювальна записка	44		
			<u>Документація конструкторська</u>			
			<u>Новорозроблена</u>			
5	A1	СУ-01 6.151.01 A1	Автоматизація холодильної установки для штучної ковзанки Функціональна схемаавтоматизації	1		
6	A3	СУ-01 6.151.01 A3	Автоматизація холодильної установки для штучної ковзанки Схема електрична принципова	3		

					СУ-01.6.151.01.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
		Ніколаєв В.О.			Автоматизація холодильної установки для штучної ковзанки. Відомість проекту	Літ.	Арк.	Аркушів
		Журавльов О.Ю.						
Реценз.					СумДУ, СУ-01			
Н. Контр.								
Затверд.		Леонтьєв П.В.						

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри КСУ

Петро ЛЕОНТЬЄВ

2024 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра здобувачу вищої освіти
Ніколаєву Владиславу Олексійовичу

- Тема кваліфікаційної роботи: Автоматизація холодильної установки для штучної ковзанки затверджена наказом ректора СумДУ № 0508 VI від "10" травня 2024р.
- Термін здачі студентом закінченої роботи " 04 " червня 2024 р.
- Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: звіт з переддипломної практики, наукові публікації, статті, технічна документація та перелік літературних джерел з матеріалом про подібні системи та лінії виробництва.
- Зміст кваліфікаційної роботи (питання, що підлягають розробленню): аналіз вибраної лінії виробництва та її системи керування, загальний опис системи, розробка структурної схеми системи, опис контурів керування, розробка функціональної схеми автоматизації, підбір технічних засобів автоматизації.
- Перелік графічних матеріалів: функціональна схема автоматизації
- Календарний план виконання роботи:

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання
1	Ознайомлення із завданням. Аналіз існуючих ліній виробництва	10.05.2024- 13.05.2024
2	Розробка технічного завдання. Визначення основних елементів системи.	14.05.2024- 17.05.2024
3	Розробка функціональної схеми	18.05.2024- 22.05.2024
4	Вибір засобів автоматизації	23.05.2024- 27.05.2024
5	Оформлення дипломного проекту	27.05.2024- 01.06.2024

7. Дата видачі завдання " 10 " травня 2024 р.

Керівник проекту:
асистент, к.т.н., доцент

Олександр ЖУРАВЛЬОВ

Здобувач:
студентка групи СУ-01

Владислав НІКОЛАЄВ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри КСУ

_____ Петро ЛЕОНТЬЄВ
_____ 2024 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування системи автоматизації холодильної установки для
штучної ковзанки

Розробник:
студент групи СУ-01

Владислав Ніколаєв

Погоджено:
асистент, к.т.н., доцент

Олександр ЖУРАВЛЬОВ

Суми – 2024

1. Назва і галузь застосування:

Автоматизація холодильної установки для штучної ковзанки.

2. Підстави для проектування:

Наказ ректора Сумського державного університету № 0508 VI від “10” травня 2024р.

3. Загальний опис об'єкта автоматизації:

Автоматизована система холодильної установки для штучної ковзанки призначена для забезпечення стабільного та ефективного охолодження льодової поверхні. Основні компоненти системи включають компресори для стискання холодоагенту, конденсатори для охолодження, випарники для заморожування води, циркуляційні насоси перемінного струму для постійного руху теплоносія, а також систему трубопроводів для циркуляції холодоагенту і теплоносія. Система управління, що базується на програмованому логічному контролері (PLC), збирає дані з датчиків температури і тиску, аналізує їх та керує виконавчими механізмами для підтримання оптимальних параметрів роботи.

4. Опис алгоритмів роботи системи:

Контур регулювання позмінної роботи циркуляційних насосів
Контролер дає сигнал на відкриття/закриття заслонок і запуск циркуляційного насоса. Насоси працюють позмінно: перший насос з 8:00 до 20:00, другий з 20:00 до 8:00. Після зміни насоса система зупиняється, перемикаються заслонки, і запускається інший насос.

Контур регулювання температури компресорами
Контролер отримує сигнал від датчика температури на вході. Якщо температура перевищує -7°C , компресори запускаються і працюють на третину потужності. Контролер обчислює різницю температур між входом і виходом, при зниженні різниці підключаються додаткові групи поршнів, підвищуючи охолоджуючу потужність.

Контур регулювання тиску в системі фреону

Контролер зчитує показання датчиків тиску і, при необхідності, включає вентилятори охолодження для зниження тиску в системі. Вентилятори включаються по чергово: спочатку перший, потім другий, поки тиск не нормалізується. При зниженні тиску вентилятори вимикаються.

Контур регулювання температури теплоносія повітрям навколишнього середовища

При зниженні температури навколишнього середовища нижче -10°C контролер зупиняє компресори і перенаправляє потік теплоносія на теплообмінники. Включаються вентилятори для охолодження теплоносія. Контролер контролює температуру і відкриває клапани при зниженні температури нижче -7°C , підтримуючи необхідну температуру.

5. Стадії та етапи проектування:

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання
1	Ознайомлення із завданням. Аналіз існуючих ліній виробництва	10.05.2024- 13.05.2024
2	Розробка технічного завдання. Визначення основних елементів системи.	14.05.2024- 17.05.2024
3	Розробка функціональної схеми	18.05.2024- 22.05.2024
4	Вибір засобів автоматизації	23.05.2024- 27.05.2024
5	Оформлення дипломного проекту	27.05.2024- 01.06.2024

6. Додатки:

Додаток А. Алгоритм роботи холодильної установки для штучної ковзанки

АНОТАЦІЯ

Ніколаєв Владислав Олексійович. Автоматизація холодильної установки для штучної ковзанки. Сумський державний університет. Суми, 2024.

Робота містить вступ, чотири розділи та висновки в основному тексті, загальним обсягом 44 сторінок, 19 рисунків, 2 таблиці, 15 джерел інформації.

Дипломна робота присвячена розробці автоматизованої системи управління холодильним устаткуванням для штучної ковзанки. Метою проекту є забезпечення стабільного охолодження льодової поверхні, підвищення енергоефективності та зменшення витрат на експлуатацію.

У роботі проведено аналіз різних типів холодильних компресорів, таких як поршневі, спіральні, ротаційні, гвинтові та відцентрові. Описано їх принципи роботи, переваги та недоліки для вибору оптимального типу компресорів.

Розроблена система включає контури регулювання: позмінної роботи циркуляційних насосів, температури компресорами, тиску в системі фреону та температури теплоносія повітрям. Описано алгоритми роботи контурів для ефективного управління системою охолодження.

Для автоматизації обрано програмований логічний контролер (PLC) від Schneider Electric, датчики від WIKA та виконавчі механізми Belimo. Ці компоненти забезпечують надійність і точність роботи системи.

Висновки підкреслюють, що система забезпечує ефективну роботу холодильного устаткування, підвищує енергоефективність та надійність, а також забезпечує безпечні умови праці. Впровадження системи дозволить знизити витрати та підвищити якість обслуговування льодових арен.

Ключові слова: автоматизація, холодильне устаткування, штучна ковзанка, компресори, охорона праці, енергоефективність, система управління.

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри КСУ

_____ Петро ЛЕОНТЬЄВ

_____ 2024 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту

Автоматизація холодильної установки для штучної ковзанки

Керівник проекту:

асистент к. т. н., доцент

Журавльов О.Ю

Виконав:

студент групи СУ-01

Ніколаєв В.О.

Суми – 2024

Зміст

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ	6
РОЗДІЛ 2 АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ШТУЧНОЇ КОВЗАНКИ	14
2.1 Функціональні задачі керування процесом	14
2.2 Опис контурів регулювання	14
2.2.1. Контур регулювання позмінної роботи циркуляційних насосів.	14
2.2.2. Контур регулювання температури компресорами.	17
2.2.3. Контур регулювання тиску в системі фреону.	19
2.2.4. Контур регулювання температури теплоносія повітрям навколишнього середовища.	22
3. ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	27
3.1 Вибір датчиків	27
3.2. Вибір виконавчих механізмів та запірної арматури	29
4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	34
ВИСНОВОК.....	38
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	40
Додаток А Алгоритм роботи холодильної установки для штучної ковзанки	Помилка! Закладку не визначено.
Функціональна схема автоматизації.....	Помилка! Закладку не визначено.
Електрична принципова схема.....	Помилка! Закладку не визначено.

					<i>СУ-01.6.151.01.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Ніколаєв В.О.</i>			Автоматизація холодильної установки для штучної ковзанки. Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Журавльов О.Ю.</i>					2	44
<i>Реценз.</i>						СумДУ, СУ-01		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Леонтьєв П.</i>						

ВСТУП

Глобальні зміни клімату та звичайні погодні умови впливають на можливість природного утворення льоду і снігу, що в свою чергу стимулює розвиток технологій для створення штучного льоду та снігу для спортивних змагань. Багатофункціональна льодова ковзанка є одним із найскладніших спортивно-культурних об'єктів за будівельно-експлуатаційним проектуванням, що передбачає підтримку льодового шару та монтажно-розбірну схему сцени для проведення спортивних заходів. Штучний лід на таких об'єктах створюється шляхом заморожування води на поверхні ковзанки, яка вистелена трубами з циркулюючим або киплячим холодоагентом.

Класифікація штучних ковзанок

Штучні ковзанки поділяються на два типи: відкриті та закриті. Відкриті ковзанки бувають стаціонарними та пересувними. Завдяки трибунам криті ковзанки можуть бути багатофункціональними та відповідати вимогам для проведення не лише спортивних, а й громадських заходів. Альтернативою можуть бути штучні ковзанки в торгових центрах, які витримують динамічні навантаження і мають велику протяжність магістралей.

Відкриті штучні ковзанки мають великий комерційний потенціал для масового катання на ковзанах і можуть працювати до восьми місяців. Якість льоду на відкритих ковзанках залежить від інтенсивності опадів та ступеня забруднення поверхні. Іншим недоліком відкритих майданчиків є неможливість забезпечити комфортні параметри повітря для відвідувачів. Вуличні штучні ковзанки – це модифіковані природні ковзанки, які здатні підтримувати необхідну температуру льоду під час осінньої та весняної відлиги.

Мета роботи – розробити схему автоматизації холодильної установки для ковзанки закритого типу. Автоматизація процесу охолодження дозволить

					СУ-01.6.151.01.ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечити стабільну температуру льоду незалежно від зовнішніх умов, що є важливим для підтримання якісного льодового покриття та створення комфортних умов для відвідувачів.

Огляд технологій створення штучного льоду

Для створення штучного льоду на ковзанках використовуються різні технології та системи охолодження. Найпоширенішою є система, де вода заморожується на поверхні ковзанки за допомогою труб, в яких циркулює холодоагент.

Холодоагент може бути рідиною, що циркулює, або киплячим речовиною, яка поглинає тепло з води і таким чином забезпечує утворення льоду.

Основні етапи створення льоду

Підготовка поверхні: Поверхня ковзанки має бути рівною та чистою. На неї встановлюються труби для холодоагенту.

Запуск системи охолодження: Холодоагент починає циркулювати по трубах, забезпечуючи охолодження поверхні.

Нанесення води: Вода наноситься тонкими шарами на охолоджену поверхню. Кожен шар заморожується перед нанесенням наступного.

Формування льодового покриття: Процес повторюється до досягнення необхідної товщини льоду.

Автоматизація процесу охолодження

Автоматизація холодильної установки для закритої ковзанки включає кілька ключових компонентів:

Контроль температури: Датчики температури встановлюються на поверхні ковзанки та в трубах для контролю температури льоду і холодоагенту.

Управління циркуляцією холодоагенту: Автоматична система керує потоком холодоагенту в залежності від показників датчиків температури.

Система аварійного захисту: Включає датчики тиску та рівня холодоагенту, які сигналізують про відхилення від нормальних параметрів роботи системи.

					СУ-01.6.151.01.ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Система моніторингу та управління: Центральний контролер збирає дані з датчиків і управляє роботою всієї системи охолодження, забезпечуючи стабільну роботу та можливість дистанційного керування.

Розробка схеми автоматизації холодильної установки для ковзанки закритого типу є важливим кроком для забезпечення стабільної роботи та високої якості льодового покриття. Це дозволить створити комфортні умови для проведення спортивних та громадських заходів, а також знизити експлуатаційні витрати за рахунок підвищення ефективності роботи системи охолодження.

					СУ-01.6.151.01.ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

Відповідно до типу стиснення холодоагенту, на якому будується функціонування холодильного компресора, існує декілька видів компресорів:

- поршневі;
- спіральні;
- ротаційні;
- гвинтові;
- відцентрові.

Поршневі холодильні компресори

Поршневі холодильні компресори можна розділити на 3 типи: напівгерметичні (безсальникові), повністю герметичні, а також відкриті (сальникові).

Напівгерметичні (безсальникові) компресори

Опис:

Напівгерметичні компресори мають конструкцію, де електродвигун і компресорний блок розміщені в одному корпусі, але при цьому можна розібрати і відремонтувати окремі частини компресора без необхідності повного демонтажу.

Переваги:

- *Зручність ремонту:* Завдяки розбірній конструкції можна здійснювати обслуговування і ремонт без значних складнощів.
- *Зниження витоків:* Завдяки безсальниковій конструкції знижується ризик витоків холодоагенту.
- *Висока ефективність:* Добре підходять для використання в умовах, де потрібна висока продуктивність і ефективність роботи.

Недоліки:

- *Складніша конструкція:* Порівняно з повністю герметичними компресорами, напівгерметичні мають більш складну конструкцію.
- *Вища вартість:* Через конструктивні особливості та можливість ремонту можуть бути дорожчими.

					СУ-01.6.151.01.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Повністю герметичні компресори

Опис:

Повністю герметичні компресори мають нерозбірну конструкцію, де компресорний блок і електродвигун розташовані в герметичному корпусі, що не підлягає розбиранню. Ці компресори зазвичай застосовуються в побутовій техніці.

Переваги:

- *Простота:* Через свою нерозбірну конструкцію такі компресори простіші у виробництві та встановленні.
- *Компактність:* Менша кількість компонентів робить їх більш компактними.
- *Відсутність витоків:* Герметичний корпус повністю виключає витіки холодоагенту.

Недоліки:

- *Неможливість ремонту:* У разі поломки компресор не підлягає ремонту, його необхідно повністю замінити.
- *Відносно короткий термін служби:* Через неможливість технічного обслуговування може мати коротший термін служби в порівнянні з іншими типами компресорів.

Відкриті (сальникові) компресори

Опис:

Відкриті компресори мають конструкцію, де компресорний блок і електродвигун розташовані окремо і з'єднані між собою валом. Такі компресори зазвичай використовуються в промислових установках, де потрібна висока потужність і можливість обслуговування.

Переваги:

- *Можливість обслуговування:* Конструкція дозволяє легко обслуговувати і ремонтувати окремі компоненти компресора.

					СУ-01.6.151.01.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- *Висока потужність:* Можуть забезпечувати значну потужність, що робить їх придатними для промислових застосувань.
- *Гнучкість використання:* Можливість підключення до різних типів електродвигунів дозволяє адаптувати компресор до конкретних вимог.

Недоліки:

- *Проблеми з витокami:* Сальникові ущільнення можуть піддаватися зносу, що може призводити до витоків холодоагенту.
- *Вищий рівень шуму і вібрацій:* Відкриті компресори зазвичай працюють голосніше і створюють більше вібрацій порівняно з герметичними компресорами.
- *Складність установки:* Потребують більш ретельної установки та вирівнювання для забезпечення належної роботи.

Таким чином, вибір типу компресора залежить від конкретних умов експлуатації, вимог до надійності, можливостей технічного обслуговування та інших факторів. Кожен тип має свої унікальні переваги та недоліки, які необхідно враховувати при виборі обладнання.

Гвинтові холодильні компресори

Опис:

Гвинтові холодильні компресори використовують принцип обертання двох шнеків (гвинтів), що обертаються в протилежних напрямках. Це забезпечує безперервне стискання холодоагенту між витками гвинтів. Така конструкція дозволяє отримати високу продуктивність і надійність роботи.

Принцип роботи:

Гвинтові компресори працюють за принципом обертання двох гвинтів всередині корпусу. Гвинти мають спеціально спроектовану форму, яка забезпечує поступове зменшення об'єму холодоагенту в міру його просування вздовж гвинтів, що призводить до стискання.

					СУ-01.6.151.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Переваги:

- *Висока продуктивність:* Завдяки постійному стисканню холодоагенту гвинтові компресори забезпечують високу продуктивність і можуть обробляти великі об'єми холодоагенту.
- *Низький рівень шуму та вібрацій:* Порівняно з поршневыми компресорами, гвинтові працюють тихіше і створюють менше вібрацій.
- *Висока надійність:* Механічна простота конструкції та відсутність клапанів забезпечують високу надійність і тривалий термін експлуатації.
- *Енергоефективність:* Гвинтові компресори мають високу енергоефективність завдяки ефективному процесу стискання.
- *Можливість роботи з різними холодоагентами:* Гвинтові компресори можуть працювати з широким спектром холодоагентів, що робить їх універсальними для різних застосувань.

Недоліки:

- *Висока вартість:* Вартість гвинтових компресорів і їх обслуговування зазвичай вища порівняно з іншими типами компресорів.
- *Складність конструкції:* Хоча гвинтові компресори мають простішу механічну конструкцію без клапанів, їх виробництво вимагає високої точності, що збільшує складність і вартість виробництва.
- *Потреба в регулярному технічному обслуговуванні:* Для підтримання ефективної роботи гвинтові компресори потребують регулярного технічного обслуговування, що включає перевірку стану гвинтів та заміну масла.

Спіральні холодильні компресори

Опис:

Спіральні холодильні компресори використовують два взаємодіючі спіралі, одна з яких нерухома, а інша обертається. Така конструкція дозволяє ефективно стискати холодоагент без значного шуму і вібрацій.

Принцип роботи:

					СУ-01.6.151.01.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Принцип роботи спірального компресора полягає в обертанні однієї спіралі навколо іншої, нерухомої спіралі. Це створює поступово зменшуючі об'єми між спіралями, що призводить до стискання холодоагенту. У міру обертання рухома спіраль переміщує холодоагент до центру, де він стискається і витісняється в нагнітальну камеру.

Переваги:

- *Компактність:* Спіральні компресори мають компактний розмір, що робить їх зручними для використання в обмежених просторах.
- *Менша вага:* Завдяки меншій кількості компонентів і компактній конструкції, спіральні компресори мають меншу вагу.
- *Тиха робота:* Спіральні компресори працюють дуже тихо порівняно з іншими типами компресорів, оскільки вони не мають клапанів і працюють плавно.
- *Мінімальні вібрації:* Завдяки плавній роботі та відсутності ударних навантажень, спіральні компресори створюють мінімальні вібрації під час роботи.
- *Висока надійність:* Простота механізму і відсутність клапанів збільшують надійність і стабільність роботи компресора.
- *Універсальність холодоагентів:* Спіральні компресори можуть працювати з різними типами холодоагентів, що робить їх універсальними для різних застосувань.
- *Довговічність:* Завдяки простоті конструкції і відсутності точок сильного зносу, термін експлуатації спіральних компресорів є досить довгим.

Недоліки:

- *Висока вартість:* Спіральні компресори, як правило, дорожчі у виробництві та купівлі порівняно з іншими типами компресорів.
- *Складність ремонту:* Через компактну і нерозбірну конструкцію ремонт спіральних компресорів може бути складним і дорогим.

					СУ-01.6.151.01.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- *Обмеження в розмірах і потужності:* Спіральні компресори найкраще підходять для застосувань з середньою і малою потужністю. Для великих промислових застосувань можуть бути недостатньо потужними.

Відцентрові холодильні компресори

Опис:

Відцентрові холодильні компресори використовують принцип відцентрової сили для стискання холодоагенту. Вони відомі своєю високою ефективністю та здатністю обробляти великі об'єми газу, що робить їх ідеальними для промислових застосувань.

Принцип роботи:

Відцентровий компресор складається з обертового робочого колеса (імпелера), яке знаходиться в корпусі. Коли робоче колесо обертається, холодоагент всмоктується в центр колеса і під дією відцентрової сили виштовхується до периферії, де стискається і виводиться з компресора під високим тиском. Процес стискання в відцентровому компресорі відбувається за рахунок перетворення кінетичної енергії в потенційну (тиск).

Переваги:

- *Висока ефективність:* Відцентрові компресори можуть досягати високого коефіцієнта корисної дії (ККД), особливо при великих об'ємах газу.
- *Надійність і довговічність:* Завдяки простоті конструкції і меншій кількості рухомих частин, відцентрові компресори мають тривалий термін експлуатації.
- *Низький рівень технічного обслуговування:* Відцентрові компресори вимагають менше обслуговування порівняно з поршневыми компресорами, оскільки у них немає клапанів і поршнів, які піддаються зносу.
- *Безперервна робота:* Ці компресори здатні працювати безперервно протягом тривалого часу без значного зниження продуктивності.
- *Зручність техобслуговування та ремонту:* Завдяки нескладній конструкції, відцентрові компресори легко ремонтувати і обслуговувати.

Недоліки:

					СУ-01.6.151.01.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- *Висока вартість*: Відцентрові компресори зазвичай мають високу початкову вартість, що може бути бар'єром для невеликих підприємств.
- *Низькі показники тиску*: Відцентрові компресори не завжди можуть досягти високих рівнів тиску, що обмежує їх застосування в деяких промислових процесах.
- *Чутливість до змін навантаження*: Ефективність відцентрових компресорів може значно знижуватися при змінах в умовах навантаження.

Ротаційні холодильні компресори

Опис:

Ротаційні холодильні компресори використовуються в системах кондиціонування повітря та холодильних установках. Вони характеризуються високою ефективністю, компактністю та надійністю, що робить їх популярними в побутових та комерційних застосуваннях.

Принцип роботи:

Ротаційні компресори працюють за принципом обертання ексцентричного ротора всередині циліндра. В залежності від конструкції, розрізняють два основних типи ротаційних компресорів:

- *З обертовими пластинами*: Ротор обертається всередині циліндра, а спеціальні пластини, які встановлені в роторі, рухаються відцентровою силою і стискають холодоагент.
- *З стаціонарними пластинами*: В циліндрі встановлені нерухомі пластини, а ротор обертається, створюючи змінні об'єми для стискання холодоагенту.

Переваги:

- *Компактність*: Ротаційні компресори займають менше місця завдяки своїй компактній конструкції, що робить їх ідеальними для використання в умовах обмеженого простору.
- *Тиха робота*: Завдяки плавному обертанню і відсутності ударних навантажень, ротаційні компресори працюють значно тихіше порівняно з поршневыми компресорами.

					СУ-01.6.151.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

- *Висока ефективність:* Ротаційні компресори можуть забезпечувати високий ККД завдяки постійному і рівномірному стисканню холодоагенту.
- *Надійність:* Простота конструкції і менша кількість рухомих частин забезпечують високу надійність і тривалий термін експлуатації.
- *Низькі вібрації:* Завдяки плавному обертанню ротора, ротаційні компресори створюють мінімальні вібрації під час роботи.

Недоліки:

- *Обмежена потужність:* Ротаційні компресори зазвичай використовуються для застосувань з середньою і малою потужністю, що обмежує їх використання в великих промислових системах.
- *Складність ремонту:* Через компактну конструкцію і обмежений доступ до внутрішніх компонентів, ремонт ротаційних компресорів може бути складним і дорогим.

Класифікація за принципом роботи

За принципом роботи компресори діляться на три види:

- колекторні;
- лінійні;
- інверторні.

Додаткова класифікація холодильних компресорів

Існує кілька класифікацій холодильних компресорів. Наприклад, їх розрізняють за типом хладагента, який використовується в пристрої. Також мають значення:

Умови застосування:

- холодний клімат;
- жаркий клімат.

Розташування циліндрів:

- вертикальне;
- кутове.

Встановлення двигуна:

- герметичне;
- безсальникове;

					СУ-01.6.151.01.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ШТУЧНОЇ КОВЗАНКИ

2.1 Функціональні задачі керування процесом

На основі схеми інформаційно-матеріальних потоків складаємо список основних задач керування та функціональну схему автоматизації(СУ-01.6.151.01.А1). Функціональні задачі керування процесом охолодження ковзанки:

- керування позмінною роботою циркуляційних насосів;
- регулювання температури теплоносія за допомогою компресорів;
- регулювання тиску фреону;
- регулювання температури теплоносія повітрям навколишнього середовища .

2.2 Опис контурів регулювання

2.2.1. Контур регулювання позмінної роботи циркуляційних насосів.

Контур регулювання позмінної роботи циркуляційних насосів забезпечує автоматичне керування роботою насосів та їх зміну відповідно до заданого графіка. Розглянемо детальніше процес запуску і зміни роботи насосів в холодильній установці.

Початковий етап запуску системи

1. Вмикання установки:

- Оператор холодильної установки включає систему, після чого контролер подає сигнал на виконавчі механізми.

2. Керування заслонками:

- Контролер дає сигнал відкриття на виконавчий механізм позиція 1а і сигнал закриття на виконавчий механізм позиція 2а.

					СУ-01.6.151.01.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Виконавчі механізми позиції 1а і 2а керують дисковими заслонками позиції 1б і 2б відповідно, відкриваючи заслонку позиції 1б і закриваючи заслонку позиції 2б.

3. Пуск циркуляційного насоса:

- Після досягнення заданих положень виконавчими механізмами контролер подає команду на запуск циркуляційного насоса №1.
- Рух теплоносія призводить до зміни положення лопатки реле протоку позиція 3а, сигнал з якого надходить на контролер.

4. Дозвіл на роботу:

- Сигнал від реле протоку підтверджує наявність потоку теплоносія, що дозволяє подальшу роботу холодильної установки.

Зміна роботи циркуляційних насосів

1. Графік роботи насосів:

- Перший циркуляційний насос працює з 8:00 до 20:00.
- Другий циркуляційний насос працює з 20:00 до 8:00.

2. Зупинка роботи та перемикавання насосів:

- Після відпрацювання зміни насосом відбувається повна зупинка роботи холодильної установки та циркуляційних насосів.
- Контролер змінює положення заслонок: закриває заслонку позиції 1б і відкриває заслонку позиції 2б для наступного насоса.

3. Алгоритм запуску для іншого насоса:

- Алгоритм запуску для іншого насоса (наприклад, насоса №2) аналогічний: контролер подає сигнал на виконавчі механізми позицій 1а і 2а.
- Після досягнення необхідних положень заслонок контролер подає команду на запуск насоса №2.
- Рух теплоносія змінює положення лопатки реле протоку позиція 3а, сигнал з якого надходить на контролер і дозволяє подальшу роботу холодильної установки.

4. Безперервність роботи системи:

					СУ-01.6.151.01.ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Завдяки цьому алгоритму забезпечується безперервна робота системи з автоматичним перемиканням насосів відповідно до заданого графіка.
- У разі необхідності оператор може вручну змінити налаштування графіка або включити аварійний режим роботи, що забезпечить додаткову гнучкість і надійність роботи системи.

Додаткові функції та можливості системи

1. Автоматичне обслуговування:

- Система може бути налаштована на автоматичне обслуговування насосів, зокрема перевірку їх стану, змашування та діагностику можливих несправностей.

2. Моніторинг і звітність:

- Контролер веде постійний моніторинг роботи насосів та холодильної установки, зберігає дані про їх продуктивність, енергоефективність та можливі збої.
- Звіти про роботу системи можуть бути автоматично відправлені оператору або технічному персоналу для аналізу і прийняття рішень.

3. Інтеграція з іншими системами:

- Контур регулювання може бути інтегрований з іншими системами управління будівлею або виробництвом, що дозволить централізовано контролювати і оптимізувати роботу всієї інфраструктури.

Таким чином, контур регулювання позмінної роботи циркуляційних насосів забезпечує ефективне і надійне управління холодильними установками, що дозволяє оптимізувати енергоспоживання і забезпечити безперервність роботи системи.

					СУ-01.6.151.01.ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

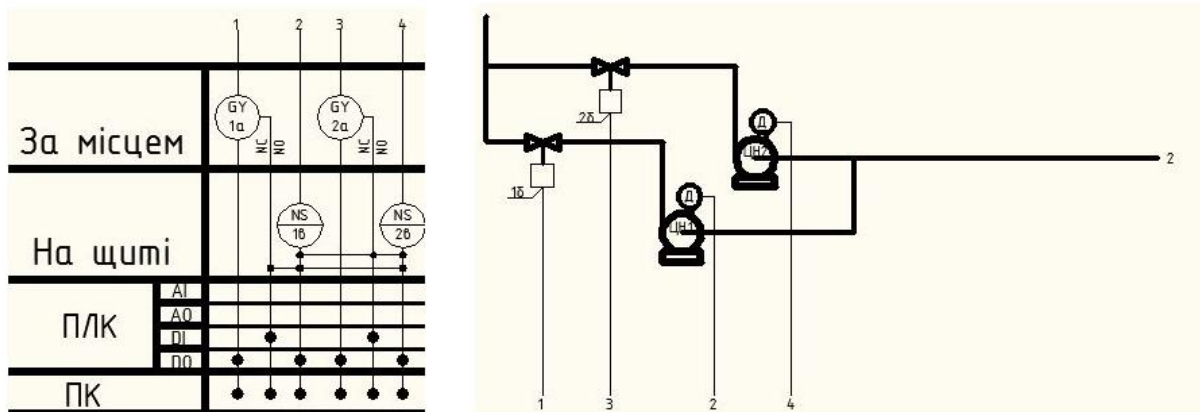


Рисунок 2.1 – Контур регулювання позмінної роботи циркуляційних насосів

2.2.2. Контур регулювання температури компресорами.

Температурний контур регулювання, що використовує компресори, складається з декількох ключових елементів і принципів роботи, що забезпечують ефективно охолодження теплоносія. Основний компонент системи – це універсальний струмовий сигнал (4-20мА) з датчика температури, розташованого на вході теплоносія (позиція 4а). Цей сигнал надходить на контролер, який виконує функцію основного обчислювального і керуючого елемента в системі.

Контролер безперервно моніторить температуру теплоносія на вході. Якщо температура перевищує значення -7°C , контролер автоматично формує команду на запуск компресорів. Дискретні сигнали з контролера передаються на контактор першого компресора (позиція 4б) і контактор другого компресора (позиція 4в). В цьому випадку, компресори починають працювати, забезпечуючи процес охолодження.

На початковому етапі роботи компресори функціонують на третину своєї максимальної потужності. Це досягається за рахунок роботи лише першої групи поршнів, що відповідають за стиснення фреону. Кожен компресор має три групи поршнів, причому перша група починає працювати одразу після запуску електродвигуна. Інші дві групи поршнів підключаються до роботи поступово, завдяки закриттю перепускних клапанів за допомогою соленоїдів. Такий підхід дозволяє значно зменшити пускові струми електродвигуна і забезпечує

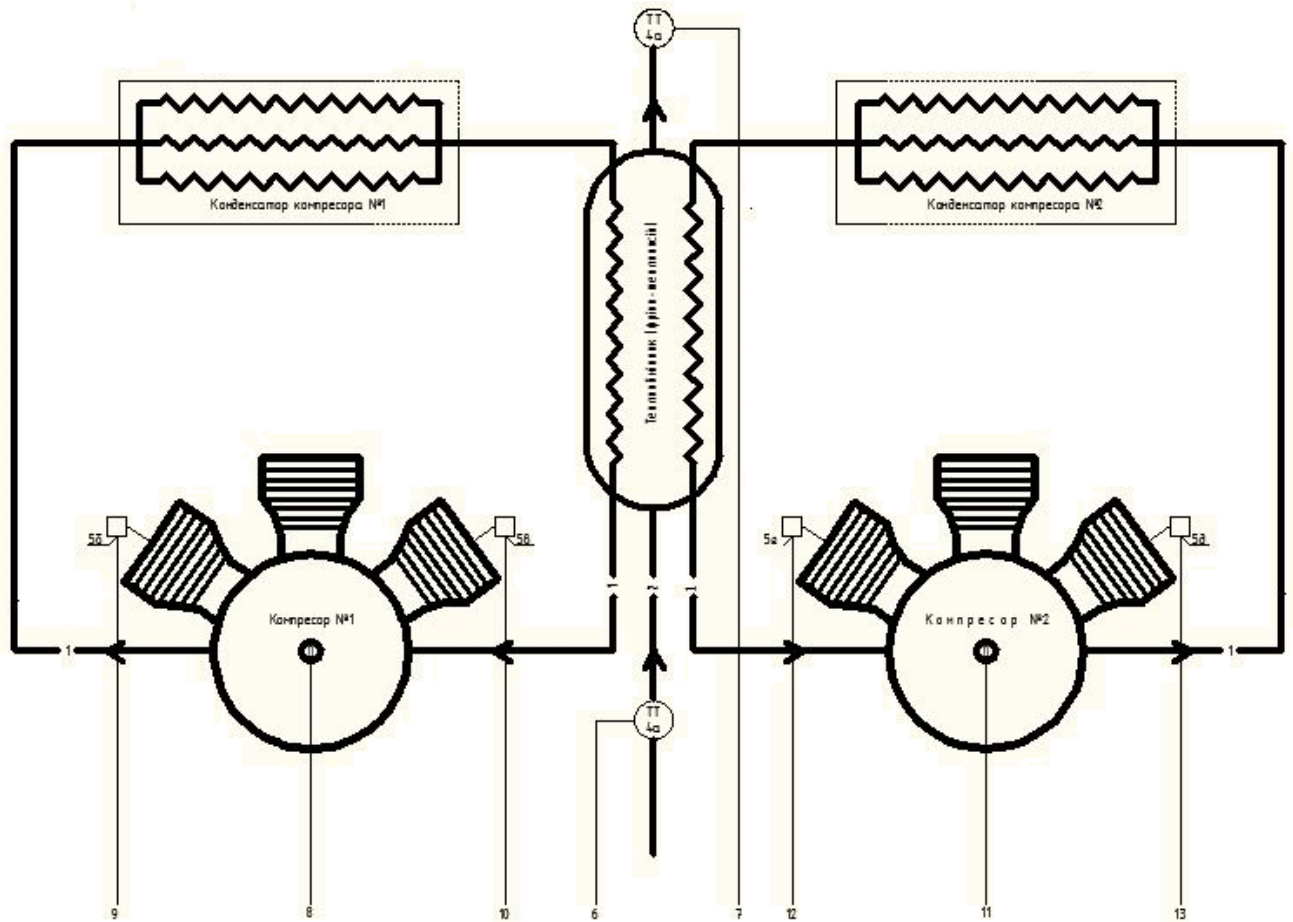
можливість регулювання температури без необхідності повної зупинки компресора.

Після запуску компресорів контролер починає зчитувати показання з другого датчика температури, розташованого на виході теплоносія (позиція 5а). Контролер програмно обчислює різницю температур між показаннями на вході і виході системи. Мінімальне значення цієї різниці повинне становити 6°C. Якщо різниця температур починає зменшуватись, це свідчить про недостатню ефективність охолодження.

У такому випадку контролер поступово подає дискретні сигнали на соленоїди (позиції 5б, 5в, 5г, 5д). Ці сигнали спричиняють закриття перепускних клапанів, що в свою чергу підключають до роботи додаткові групи поршнів компресорів. Завдяки цьому підвищується охолоджуюча потужність компресорів, що дозволяє підтримувати необхідну різницю температур і забезпечувати ефективне охолодження теплоносія.

Таким чином, температурний контур регулювання компресорами являє собою складну систему, яка забезпечує оптимальні умови для охолодження теплоносія, автоматично реагуючи на зміни температури і регулюючи потужність компресорів для підтримання стабільної роботи системи.

					СУ-01.6.151.01.ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



		6	7	8	9	10	11	12	13
За місцем									
На щиті				NS 48			NS 48		
ПЛК	AI	●	●						
	AO								
	DI								
	DO			●	●	●	●	●	●
ПК		●	●	●	●	●	●	●	●

Рисунок 2.2 - Контур регулювання температури компресорами

2.2.3. Контур регулювання тиску в системі фреону.

Система регулювання тиску в контурі фреону є важливою складовою для забезпечення ефективної та стабільної роботи компресорів, а також для підтримання оптимальних умов зрідження фреону. Під час роботи компресорів відбувається процес зрідження фреону, який супроводжується підвищенням тиску та температури в системі. Для забезпечення оптимального тиску в межах 9-14 бар, при якому досягається найнижча температура кипіння фреону (-19°C...-22°C), необхідно ефективно охолоджувати фреон.

Контур регулювання тиску побудований таким чином, що контролер безперервно зчитує показання з датчиків тиску, розташованих на вході та виході системи (позиції 6а та 7а). Ці датчики забезпечують точне відстеження змін тиску в реальному часі. Використовуючи ці дані, контролер програмно обчислює поточні параметри системи та формує, у разі необхідності, дискретні сигнали для активації контакторів вентиляторів охолодження (позиції 6б, 6в, 7б, 7в).

Включення вентиляторів охолодження здійснюється поетапно для забезпечення стабільного зниження тиску. Наприклад, якщо тиск у контурі першого компресора перевищує норму, спочатку активується перший вентилятор (позиція В1). Якщо тиск продовжує залишатися на високому рівні, контролер запускає другий вентилятор (позиція В2). Такий поетапний підхід дозволяє уникнути різких змін у системі та забезпечити поступове охолодження фреону до необхідного рівня, що підвищує ефективність та надійність роботи системи.

Коли тиск у системі знижується до нормального рівня, вентилятори автоматично вимикаються, що дозволяє підтримувати стабільну роботу компресорів без зайвих витрат енергії. Це забезпечує економію енергії та зменшує знос вентиляторів, продовжуючи їхній термін служби. Аналогічний режим роботи застосовується і для контуру другого компресора, де контролер також зчитує дані з датчиків тиску і поетапно вмикає або вимикає вентилятори охолодження в залежності від поточних показників тиску.

					СУ-01.6.151.01.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Завдяки цьому, контур регулювання тиску в системі фреону забезпечує ефективне управління температурними режимами і стабільність роботи всієї системи охолодження. За допомогою контролера та вентиляторів охолодження підтримується оптимальний рівень тиску, що дозволяє забезпечити найнижчу температуру кипіння фреону та ефективну роботу компресорів. Така система є ключовою для забезпечення надійності та довговічності обладнання, а також для підтримання необхідних технологічних параметрів у різних режимах роботи.

Додатково, інтеграція сучасних методів діагностики та моніторингу дозволяє передбачати можливі несправності та своєчасно вживати заходів для їх усунення, що знижує ризики аварійних ситуацій і підвищує загальну ефективність системи. Важливим аспектом є також автоматизація процесів управління, яка дозволяє мінімізувати вплив людського фактора і забезпечує стабільну роботу системи в довгостроковій перспективі.

					<i>СУ-01.6.151.01.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		21

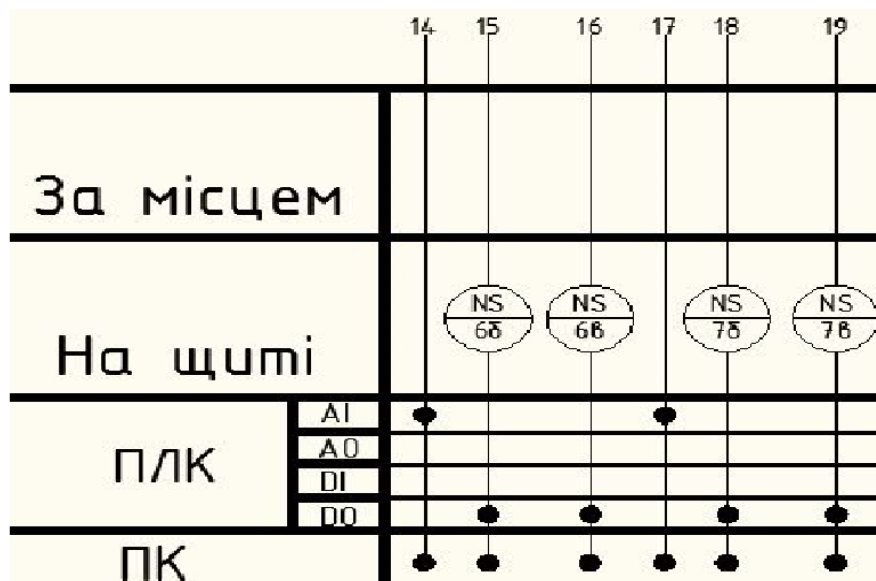
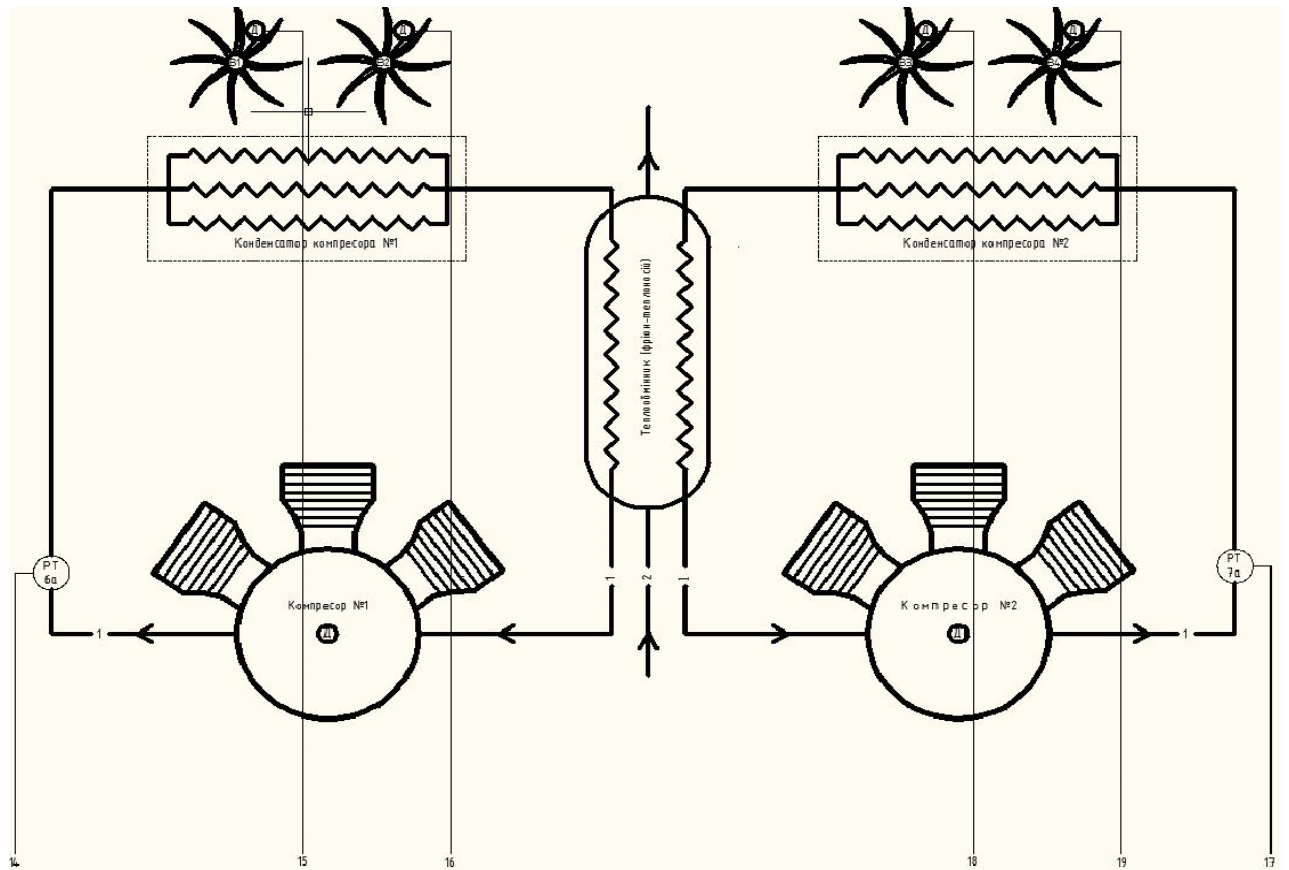


Рисунок 2.3 – Контур регулювання тиску в системі фреону.

2.2.4. Контур регулювання температури теплоносія повітрям навколишнього середовища.

Контур регулювання температури теплоносія за допомогою повітря навколишнього середовища є важливим елементом у системі охолодження, який

забезпечує оптимальну роботу системи в умовах низьких зовнішніх температур. Цей контур дозволяє ефективно використовувати природні умови для охолодження, знижуючи навантаження на компресори та підвищуючи енергоефективність системи.

Коли температура навколишнього середовища знижується нижче -10°C , контролер отримує сигнал від датчика температури (позиція 10а), який фіксує цей показник. Відповідно до цього сигналу контролер приймає рішення про зупинку компресорів, що дозволяє уникнути їх надмірного навантаження в умовах низьких температур. Після зупинки компресорів, контролер віддає команду на виконавчий механізм (позиція 10б), який змінює положення трьохходового клапана (позиція 10в). Трьохходовий клапан перенаправляє потік теплоносія до теплообмінників, що використовують навколишнє повітря для охолодження.

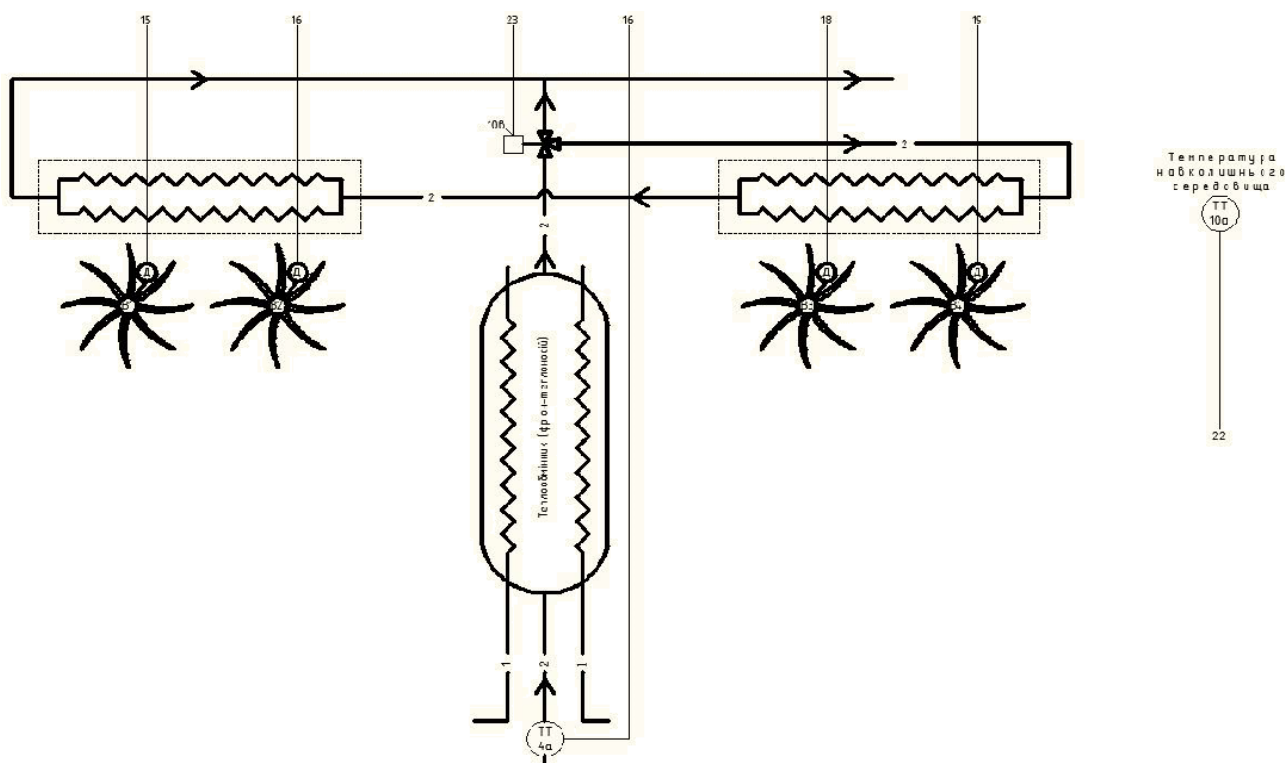
Після того, як виконавчий механізм досягає крайнього положення, він замикає кінцевий вимикач, який передає сигнал на контактори вентиляторів охолодження (позиції 6б, 6в, 7б та 7в). Це призводить до увімкнення вентиляторів, що забезпечують активне охолодження теплоносія за допомогою навколишнього повітря. У процесі охолодження контролер постійно моніторить показники температури теплоносія за допомогою датчика, розташованого на вході системи (позиція 4а). Якщо температура теплоносія знижується нижче -7°C , контролер надсилає команду виконавчому механізму на відкриття трьохходового клапана, що дозволяє підтримувати стабільну температуру теплоносія на необхідному рівні.

Контур регулювання температури теплоносія за допомогою повітря навколишнього середовища є важливою складовою системи, яка дозволяє адаптувати роботу до зміни зовнішніх умов. Цей підхід забезпечує зниження енергоспоживання та підвищення ефективності роботи системи в холодну пору року. Автоматичне управління за допомогою контролера дозволяє швидко

					СУ-01.6.151.01.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

реагувати на зміни температури і забезпечує точне підтримання необхідних параметрів теплоносія.

Додатково, інтеграція цього контуру в загальну систему управління дозволяє оптимізувати використання ресурсів і зменшити витрати на експлуатацію. Зниження навантаження на компресори при низьких зовнішніх температурах сприяє продовженню їхнього терміну служби та зменшує ризики виникнення поломок. Таким чином, контур регулювання температури теплоносія за допомогою повітря навколишнього середовища є ключовим елементом, що сприяє надійній та ефективній роботі системи охолодження.



За місцем	6	15	16	19	19	22	23
На щиті		NS 65	NS 65	NS 76	NS 76		GY 10a
ПЛК	AI	•	•	•	•	•	•
	AO						
	DI						
	DO	•	•	•	•	•	•
ПК	•	•	•	•	•	•	•

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-01.6.151.01.ПЗ

Арк.

24

Рисунок 2.4 – Контур регулювання температури теплоносія повітрям
навколишнього середовища.

Таблиця 2.1 – Вхідні сигнали

№ п/п	Сигнал	Діапазон вимірювань	Кількість точок	Тип сигналу
1	Температура навколишнього середовища	-30...50°C	1	4 – 20мА
2	Температура теплоносія на вході	-30... 50°C	1	4 – 20мА
3	Температура теплоносія на виході	-30...50°C	1	4 – 20мА
4	Положення заслонки циркуляційного насоса №1	0...1	1	дискретний
5	Положення заслонки циркуляційного насоса №2	0...1	1	дискретний
6	Положення триходового клапана	0...1	1	дискретний
7	Тиск фреону	-1...30bar	4	4 – 20мА
8	Рух теплоносія	0...1	1	дискретний

Таблиця 2.2 – Вихідні сигнали

№ п/п	Сигнал	Діапазон сигналу	Кількість точок	Тип сигналу	Виконавчий механізм
1	Зміна положення заслонок	0...1	3	Дискретний	Belimo SY2-230-3-T
2	Пуск компресора	0..1	2	Дискретний	Контактор DILMT80 (RDC24) 80A 24В/DC, Eaton (Moeller)
3	Пуск вентилятора	0..1	4	Дискретний	Контактор DILM9-10 (24VDC) 9A 24В/DC 1НВ, Eaton (Moeller)
4	Закриття перепускних клапанів	0..1	4	Дискретний	Соленоїд Danfoss BN024DS

3. ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

3.1 Вибір датчиків

Для підтримання заданих температурних режимів, потрібно мати точні показання значень температури середовища, яке охолоджується. Тому були обрані термоперетворювачі опору WİKA TR10-C PT100 з перетворювачем WİKA T15.

Термометр опору PT100 TR10-C від WİKA має багатокомпонентну конструкцію захисної трубки з хромонікелевої сталі і монтується безпосередньо в вимірювальне середовище за допомогою нероз'ємного зварного гвинтового з'єднання. Монтажна довжина становить 100 мм. Вимірювальна вставка є змінною і може бути знята під час роботи системи, не знімаючи весь датчик. Діапазоні вимірювання від -30 до 300 °C з класом точності A відповідно до EN 60751 . Чотирипровідна схема підключення.

Вихідний сигнал 4-20 мА перетворюється за допомогою перетворювача температури WİKA T15 котрий монтується в головці термометра.



Рисунок 3.1.1 – Загальний вигляд термометра опору WİKA TR10-C PT100

					СУ-01.6.151.01.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.1.2 – Загальний вигляд перетворювача температури WIKAI T15

Для визначення тиску фреону в системі в даному проекті було обрано датчики тиску WIKAI R1. Вище вказаний тип датчиків спеціально розроблений для холодильного обладнання.

Основними технічними характеристиками такого типу датчиків можна виділити:

- деталі контактуючі з вимірювальним середовищем, виконані з нержавіючої сталі;
- спеціальна конструкція корпусу для найбільшої герметичності проти проникнення конденсату;
- стійкість до всіх відомих холодоагентів;
- широкий діапазон робочих температур (-25...+85°C);
- можливість вибору діапазону вимірювання тиску (від -1...5 bar до -1...45bar).

Обраний датчик для даної системи підключається по двохпровідній схемі з вихідним уніфікованим струмовим сигналом 4-20мА.

					СУ-01.6.151.01.ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.1.3 – Загальний вигляд датчика тиску WIKA R1

3.2. Вибір виконавчих механізмів та запірної арматури

Проаналізувавши пропозиції ринку попиту виконавчих механізмів та враховуючи середовище місця їх встановлення було надано перевагу виконавчим механізмам фірми BELIMO. Виконавчий механізм Belimo SY2-230-3-T є приводом без поворотної пружини та застосовується для керування заслонками типу «батерфляй».

До основних переваг можна віднести:

- монтаж безпосередньо на шток заслонки без допоміжних адаптерів;
- трьохпровідна схема підключення;
- ручне управління за допомогою поворотної ручки.

Таблиця 3.2.1 – технічні характеристики виконавчого механізму Belimo SY2-230-3-T

					СУ-01.6.151.01.ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.2.1 – Загальний вигляд виконавчого механізму Belimo SY2-230-3-T

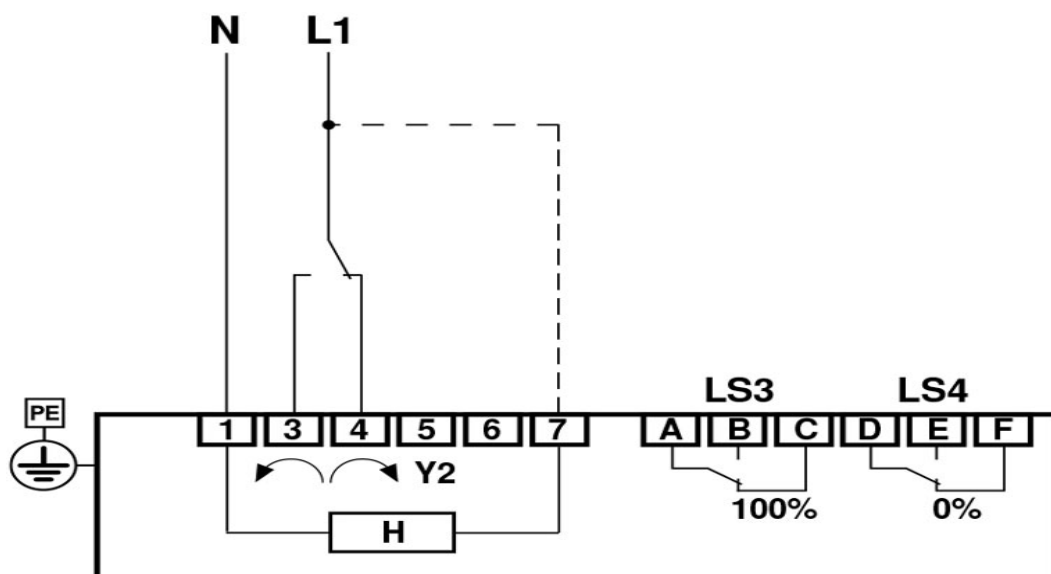


Рисунок 3.2.2 – Схема підключення виконавчого механізму Belimo SY2-230-3-T

Для перекриття трубопроводів обрано поворотні заслонки типу батерфляй. Заслонка може бути встановлена на трубопроводі між стандартними фланцями у

					СУ-01.6.151.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

відповідь без застосування додаткових ущільнень (футерування корпусу одночасно виконує роль ущільнень). Для центрування заслінки батерфляй між фланцями на її корпусі виконані відливи з отворами, через які пропускаються стяжні болти або шпильки.

Технічні характеристики заслонки:

- робочий тиск 16 бар;
- матеріал корпусу чавун;
- робоча температура -30...100°.



Рисунок 3.2.3 – Загальний вигляд заслонки батерфляй

В даному проекті було використано програмований логічний контролер MODICON M340 фірми Schneider Electric.

Архітектура M340 успадковує старші контролери: Premium та найпотужнішого контролера в лінійці Schneider Electric – Quantum. Більше того, M340 програмується за допомогою того самого програмного пакета, що й старші контролери – системи Unity Pro. Це програмне середовище підтримує всі

					СУ-01.6.151.01.ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стандартні мови: список інструкцій (LI), мова сходових діаграм (LD), мова функціональних блок-схем (FBD), мова послідовних функціональних блоків (SFC) та мова структурованого тексту (ST).

Механічною основою системи є монтажна шина, на яку встановлюються блок живлення, процесорний модуль та модулі розширення. Архітектура дозволяє з'єднувати до чотирьох таких монтажних шин у єдину систему з одним головним процесором, а самі шини можна винести на довжину до 30 метрів. Крім блоку живлення всі модулі мають однакову ширину, а тому займають лише одне установочне місце на шині. Максимальна місткість шини – 12 місць, що з урахуванням блоку живлення та процесора дозволяє встановити ще 11 модулів розширення. Така конфігурація займе в щиті трохи більше 100x500x160 мм (ВxШxГ).

Для контролера M340 доступні такі комунікаційні протоколи: Modbus RTU/ASCII, Ethernet Modbus TCP/IP, Modbus Plus, CANopen master, Profibus DP, AS-interface V3 master. Для підключення панелі оператора типу XBT GT можна безпосередньо використовувати інтерфейс USB, таким чином немає необхідності в додатковому модулі Modbus.

Модулі дискретних входів/виходів можуть мати до 64 каналів. Для введення можна використовувати сигнали 24, 48, 110 як постійного, так і змінного струму, а також 220 В перемінного струму. Для модулів дискретних виходів доступні як транзисторні виходи 24 В постійного струму, і релейні виходи 220 В перемінного струму. Модулі аналогових входів підтримують стандартні уніфіковані сигнали (4-20 мА, 0-10 В), а також всі види датчиків температури. Модулі аналогових виходів можуть мати до 8 каналів із вихідним сигналом 4-20 мА.

Процесорні модулі, блоки живлення та основні типи модулів розширення можуть бути виготовлені з поліуретановим покриттям електронних плат для роботи в умовах агресивного довкілля. Крім того, у такому виконанні допустимий діапазон робочих температур, з 0...+60°C для стандартного виконання і до -25...+70°C для покритого поліуретаном.

					СУ-01.6.151.01.ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.3.1 – загальний вигляд ПЛК MODICON M340

					СУ-01.6.151.01.ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці — це комплекс правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності працівників під час виконання їхніх трудових обов'язків.

4.1 Інструктажі з питань охорони праці

Інструктажі з питань охорони праці проводяться на всіх підприємствах, незалежно від їхньої діяльності, підпорядкування та форми власності. Основна мета інструктажу — навчити працівників безпечно виконувати свої трудові функції. Інструктажі поділяються на: вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

1. Вступний інструктаж:

- Проводиться для всіх новоприйнятих працівників, включаючи тимчасових, незалежно від їхньої освіти чи досвіду.
- Охоплює також працівників, які перебувають у відрядженні і беруть участь у виробничому процесі; водіїв, що вперше в'їжджають на територію підприємства; учнів, вихованців та студентів перед початком навчання або практики в лабораторіях, майстернях тощо.
- Інструктаж проводить спеціаліст з охорони праці або призначена особа.
- Програма розробляється відповідно до Типового положення про навчання з питань охорони праці і затверджується роботодавцем.
- Запис про проведення вступного інструктажу здійснюється в спеціальному журналі.

2. Первинний інструктаж:

- Проводиться на робочому місці перед початком роботи новоприйнятих працівників або тих, хто виконує нову для них роботу.
- Проводиться також для студентів, учнів перед початком практичних занять у майстернях, лабораторіях тощо.

					СУ-01.6.151.01.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Повторний інструктаж:

- Проводиться на робочому місці для всіх працівників.
- Для робіт з підвищеною небезпекою – раз на квартал, для інших робіт – раз на півріччя.
- Мета — поновити знання і навички безпечної роботи.

4. Позаплановий інструктаж:

- Проводиться у разі введення нових або змінених нормативних актів з охорони праці, зміни технологічного процесу, заміни обладнання, порушення працівниками нормативних актів, вимоги державного нагляду тощо.
- Обсяг і зміст інструктажу визначаються залежно від причин його проведення.

5. Цільовий інструктаж:

- Проводиться у разі виконання разових робіт, ліквідації наслідків аварій, стихійних лих, організації масових заходів тощо.
- Фіксується відповідними документами.

4.2 Електробезпека

Електробезпека — це система організаційних і технічних заходів, що забезпечують захист людей від шкідливого впливу електричного струму, дуги, електричних полів та статичної електрики. Основні поняття:

- Електротравма — пошкодження, спричинене дією електричного струму або дуги.
- Електротравматизм — сукупність електротравм.
- Електроустановки — машини, апарати, лінії електропередач і допоміжне обладнання, призначені для виробництва, передачі та перетворення електричної енергії.
- Електроприміщення — приміщення, доступні тільки для кваліфікованого персоналу, в яких розміщені електроустановки.
- Відкриті або зовнішні електроустановки — установки, не захищені будівлею від атмосферного впливу.

					СУ-01.6.151.01.ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Закриті або внутрішні електроустановки — установки, захищені будівлею від атмосферного впливу.

Електротравми виникають при доторканні до елементів електроустановки з різними потенціалами або внаслідок утворення електричної дуги. Електротравматизм характеризується високою часткою тяжких випадків, причому на електроустановки до 1 кВ припадає до 70-80% смертельних електротравм.

4.3 Основні поняття та визначення пожежної безпеки

Пожежа — це неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, яке поширюється у часі та просторі. Пожежна безпека об'єкта забезпечується усуненням умов виникнення пожежі та мінімізацією її наслідків. Основні напрямки:

- Полум'я та іскри.
- Підвищена температура.
- Токсичні продукти горіння.
- Дим.
- Знижена концентрація кисню.

Об'єкти повинні мати системи пожежної безпеки для запобігання пожежі та мінімізації її впливу на людей і матеріальні цінності.

4.4 Складові та загальна схема забезпечення пожежної безпеки

Системи пожежної безпеки — це комплекс організаційних заходів і технічних засобів для запобігання пожежам і зменшення збитків від них. Відповідно до ГОСТ 12.1.004-91, пожежна безпека об'єкта забезпечується системою запобігання пожежі, системою протипожежного захисту та системою організаційно-технічних заходів.

Метою пожежної безпеки є запобігання виникненню пожежі, обмеження її розповсюдження, своєчасне виявлення та гасіння, захист людей і матеріальних цінностей. На рисунку 4.1 представлена блок-схема забезпечення пожежної безпеки об'єкта.

					СУ-01.6.151.01.ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

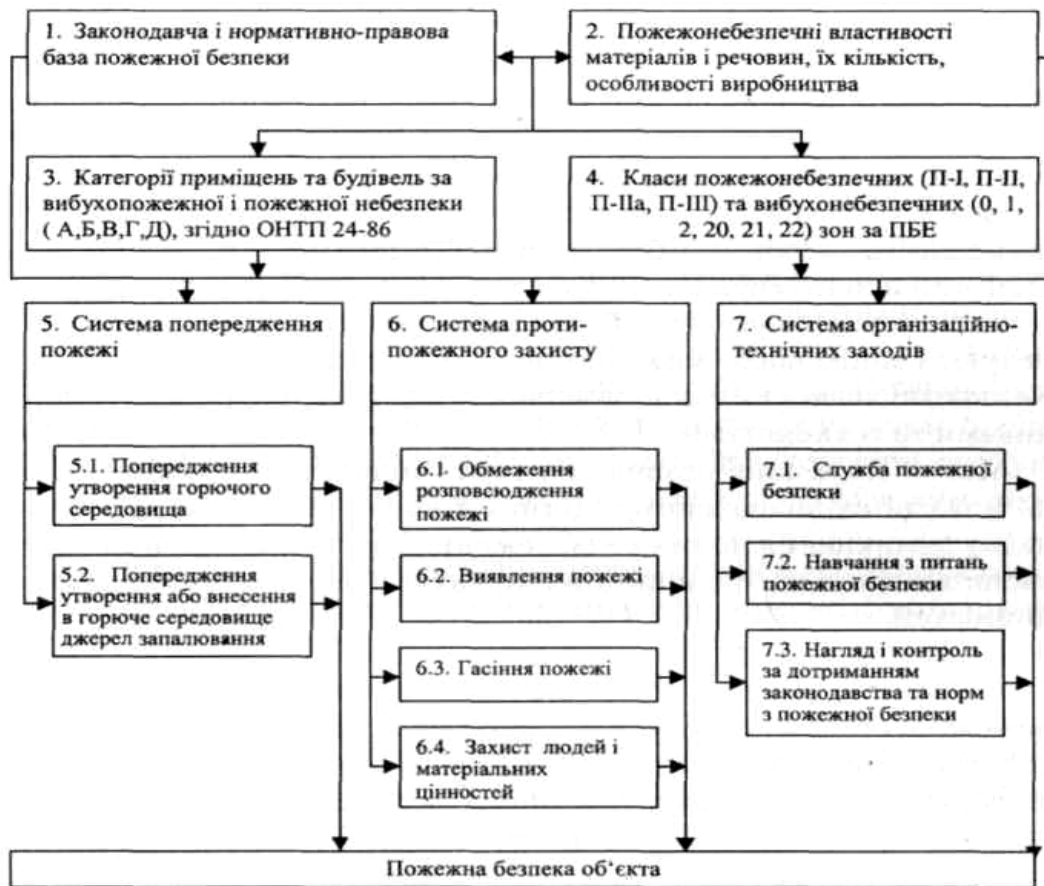


Рисунок 4.1 - Блок-схема забезпечення пожежної безпеки об'єкта

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-01.6.151.01.ПЗ

Арк.

37

ВИСНОВОК

Дипломна робота, присвячена автоматизації холодильного устаткування для штучної ковзанки, являє собою комплексний підхід до створення надійної та ефективної системи охолодження, яка забезпечує стабільну роботу льодової поверхні незалежно від зовнішніх умов. Проведене дослідження охоплювало декілька важливих аспектів, які були детально розглянуті в ході проекту.

Перш за все, було проведено аналіз предметної області, який дозволив визначити основні типи холодильних компресорів та їхні характеристики. Зокрема, було розглянуто поршневі, спіральні, ротаційні, гвинтові та відцентрові компресори, кожен з яких має свої переваги та недоліки. Цей аналіз дозволив обрати найбільш підходящий тип компресорів для конкретних умов експлуатації штучної ковзанки.

Наступним кроком стало розроблення автоматизованої системи управління холодильним устаткуванням. Було розглянуто кілька контурів регулювання, які забезпечують ефективну роботу системи охолодження:

- Контур регулювання позмінної роботи циркуляційних насосів: Забезпечує автоматичне перемикання насосів, що зменшує знос обладнання та підвищує його надійність.
- Контур регулювання температури компресорами: Дозволяє підтримувати стабільну температуру теплоносія, що забезпечує високу якість льоду.
- Контур регулювання тиску в системі фреону: Забезпечує оптимальний тиск у системі, що дозволяє ефективно використовувати холодоагент і забезпечує надійну роботу компресорів.
- Контур регулювання температури теплоносія повітрям навколишнього середовища: Використовує навколишнє повітря для охолодження теплоносія, що знижує енергоспоживання та підвищує ефективність системи.

Для реалізації автоматизації було обрано сучасні засоби автоматизації, такі як програмований логічний контролер MODICON M340 від компанії Schneider Electric, датчики температури та тиску від WIKA, а також виконавчі механізми

					СУ-01.6.151.01.ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Belimo. Вибір цих компонентів базувався на їх високій надійності, точності та сумісності з вимогами проекту.

Особлива увага в роботі приділена питанням охорони праці. Було розроблено систему інструктажів з охорони праці, електробезпеки та пожежної безпеки, що забезпечує захист працівників від шкідливих і небезпечних факторів виробничого середовища.

У результаті виконання дипломної роботи було досягнуто основної мети – розроблено ефективну схему автоматизації холодильної установки для штучної ковзанки, яка забезпечує стабільну роботу системи, високоякісне льодове покриття та комфортні умови для відвідувачів. Реалізація даного проекту сприятиме підвищенню ефективності експлуатації спортивних об'єктів, зниженню витрат на енергоспоживання та підвищенню безпеки праці.

					<i>СУ-01.6.151.01.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		39

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Технології автоматизації для енергоефективності промислових систем. Автори: Інститут енергозбереження України, 2020.
2. ВАТ "Белімо". Офіційний сайт компанії [Онлайн ресурс]. – Режим доступу: <https://www.belimo.com>
3. ВАТ "Шнейдер Електрик". Офіційний сайт компанії [Онлайн ресурс]. – Режим доступу: <https://www.se.com>
4. ТОВ "Віка". Офіційний сайт компанії [Онлайн ресурс]. – Режим доступу: <https://www.wika.com>
5. ТОВ "Termocom". Офіційний сайт компанії [Онлайн ресурс]. – Режим доступу: <https://termocom.com.ua>
6. ТОВ "Nordес". Nordes. Офіційний сайт компанії [Онлайн ресурс]. – Режим доступу: <https://nordes.com.ua>.
7. Романчук О.В. Теоретичні основи холодильної техніки: Підручник. – Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2012. – 368 с.
8. Parametric Evaluation of Cooling Pipe in Direct Evaporation Artificial Ice Rink [Онлайн ресурс]. – Режим доступу: <https://doi.org/10.3390/en15217989>
9. Сухорєбрий О.М., Бондаренко П.П. Основи автоматизації холодильної техніки: Навчальний посібник. – Дніпро: ДНУ, 2015. – 352 с.
10. ВАТ "Данфосс". Офіційний сайт компанії [Онлайн ресурс]. – Режим доступу: <https://www.danfoss.com>
11. ВАТ "Ітон". Офіційний сайт компанії [Онлайн ресурс]. – Режим доступу: <https://www.eaton.com>
12. Міністерство освіти і науки України. Типове положення про навчання з питань охорони праці [Онлайн ресурс]. – Режим доступу: <https://mon.gov.ua>
13. ВАТ "Меллер". Офіційний сайт компанії [Онлайн ресурс]. – Режим доступу: <https://www.moeller.net>

					СУ-01.6.151.01.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

14. Інноваційні рішення для автоматизації холодильних установок. Автори: Кравчук М., Діденко С. Журнал: Техніка та енергозбереження, 2021.
15. Energy-Efficient Control Strategies for Smart Refrigeration Systems. Автори: H. Wang, et al. Конференція: International Conference on Smart Grid and Energy Systems, 2022.

					СУ-01.6.151.01.ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		