**Микола Бараненко**

**(Біла Церква, Україна)**

**АВТОМАТИЗАЦІЯ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ**

Автоматизація холодильних установок є надзвичайно важливим елементом для досягнення високої ефективності в багатьох сферах діяльності. Вона забезпечує стабільність і точність роботи холодильного обладнання, необхідного для зберігання товарів, що чутливі до температури, таких як продукти харчування, фармацевтичні препарати, а також в інших галузях, де потрібен контроль температурних умов. Враховуючи зростаючу роль енергозбереження і потребу в точному контролі за процесами, автоматизація холодильних установок з використанням електротехнічних технологій стала важливою частиною сучасної промисловості.

Холодильні установки призначені для забезпечення температурного режиму в певних межах, які необхідні для збереження продуктів, охолодження або заморожування. Такі установки включають в себе різні механізми, котрі працюють у циклі фазових змін холодильного агенту, що забезпечує ефективне відведення тепла з охолоджуваного продукту та його виведення в навколишнє середовище.

Основні елементи холодильної установки:

1. **Компресор** – основний елемент, який стискає пари холодильного агенту. Підтримує робочий тиск в системі. Температура пари, що нагрівається компресором не має перевищувати теоретичного значення більше, ніж на 10-15\*С. Відповідно до Правил безпеки на аміачних холодильних установках рекомендовані граничні значення температури нагнітання: 150\*С – для безкрейцкофних та опозитних компресорів; 135\*С – для тихоходних горизонтальних; 105\*С – для гвинтових компресорів, які працюють на аміаку. Висока температура може призвести до спалаху випаровуваного масла та вибуху компресора(температура спалаху мастил, що застосовуються для аміачних компресорів, дорівнює близько 160 – 180\*С).
2. **Конденсатор** – пристрій, в якому гарячі пари холодильного агенту конденсуються. При охолодженні парів вода підігрівається в кожухотрубних конденсаторах на 4 – 6\*С, в зрошувальних – на 2 – 3\*С. Температура конденсації перевищує температуру води, що виходить з конденсатора, на 4 – 6\*С, У конденсаторі повітряного охолодження повітря підігрівається на 4 – 5\*С, перепад температур між повітрям на виході з конденсатора і холодоагентом, що конденсується, досягає 6 – 9\*С.
3. **Випарник** – елемент, в якому рідкий холодильний агент забираючи тепло від продукту кипить.Перепад між температурою повітря охолоджуваного об’єкта та температурою кипіння холодильного агенту (або середньою температурою холодоносія) беруть в межах 7 – 10\*С. При охолодженні холодоносіїв різниця між температурою охолоджуваного холодоносія та температурою кипіння холодоагента становить 4 – 6\*С. Ці перепади обчислені з техніко – економічних розрахунків і можуть набувати інших значень.
4. **Регулюючий вентиль** – регулює кількість холодильного агенту, що надходить до випарника.
5. **Магнітний пускач**- основні операції, які виконує прилад це запуск, зупинка та реверс електричних двигунів.

Принцип роботи установки полягає в тому, що холодильний агент, проходячи через ці компоненти, змінює свою фазу, що дозволяє переносити тепло з однієї частини системи до іншої, тим самим знижуючи температуру в заданому обсязі.

Однак для досягнення стабільної роботи та підтримки оптимальних умов необхідне постійне керування параметрами температури, тиску і рівня агенту. Це завдання вирішується через автоматизацію.

Автоматизація є невід'ємною частиною в сучасних холодильних системах, оскільки забезпечує високу ефективність роботи, підвищує безпеку та знижує витрати на енергоспоживання. Основною метою автоматизації є управління процесами охолодження, включаючи контроль за температурою, рівнем охолоджуючого агенту, тиском та іншими параметрами, що можуть змінюватися в процесі експлуатації.

Основні задачі автоматизації:

1. **Контроль температури.** Завдяки автоматизованим системам можна підтримувати стабільну температуру в заданих межах, що особливо важливо для зберігання чутливих товарів.
2. **Регулювання роботи обладнання**. Система автоматизації дозволяє включати або вимикати окремі компоненти (компресор, вентилятор, насос) залежно від поточних умов роботи установки.
3. **Енергозбереження**. Автоматичні системи дозволяють оптимізувати енергоспоживання, наприклад, шляхом вимкнення непотрібних компонентів або зменшення потужності в певні моменти.
4. **Моніторинг та діагностика**. Системи автоматизації збирають дані про стан установки і дають змогу своєчасно виявляти несправності та реагувати на них.

Програмовані логічні контролери (ПЛК) є центральним елементом системи автоматизації. Вони отримують дані від датчиків і в залежності від отриманої інформації керують роботою холодильної установки. ПЛК відповідають за:

* управління компресорами та іншими механізмами,
* аналіз і обробку даних з температурних датчиків,
* включення/виключення насосів і вентиляторів,
* автоматичне регулювання тиску і рівня охолоджувального агента.

Для належного функціонування автоматизованої системи холодильної установки необхідні різноманітні датчики, які дозволяють вимірювати важливі параметри:

* **Датчики температури** – для моніторингу температури в холодильних камерах та інших частинах системи.
* **Датчики тиску** – для контролю тиску в трубопроводах і контурі установки.
* **Датчики рівня охолоджувального агенту** – для визначення рівня агенту в системі, що впливає на ефективність охолодження.

Ці датчики передають інформацію на ПЛК або іншу систему управління, де вона обробляється і використовується для коригування роботи системи.

Прилади управління виконують фізичні дії в системі, наприклад:

* **Клапани -** для регулювання потоку холодильного агенту.
* **Приводи вентиляторів**та компресорів - для забезпечення циркуляції повітря або охолоджування.
* **Насоси -** для циркуляції холодильного агенту із циркуляційного ресивера до випарника, подачу охолоджуючої води на охолодну рубашку компресора та конденсатори.

Прилади управління приймають команди від ПЛК і виконують дії, необхідні для підтримки належних умов роботи.

Автоматизовані системи можуть включати елементи для зниження споживання енергії. Наприклад, це може бути:

* Використання перемінної потужності компресора, що дозволяє знижувати енергоспоживання при зміні температурних умов.
* Система відключення непотрібного обладнання в часи мінімального навантаження.

Програмне забезпечення для управління холодильними установками є важливою складовою автоматизації. Воно дозволяє:

* **Контролювати**стан установки в реальному часі, отримуючи дані з датчиків.
* **Контролювати роботу всіх компонентів** установки через ПЛК.
* **Зберігати дані** про роботу установки, що дозволяє аналізувати ефективність роботи системи в часі.
* **Оповіщати** оператора про виникнення збоїв або аварій.

Більшість таких систем має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс і може бути інтегрована з іншими системами управління підприємствами, що дозволяє контролювати всі аспекти роботи холодильних установок на одному рівні.

Автоматизація дозволяє значно знизити витрати на енергоспоживання завдяки оптимізації роботи всіх компонентів установки. Наприклад, автоматичне включення і вимкнення компресора, а також регулювання його потужності дозволяє уникнути непотрібних витрат енергії.

Впровадження систем автоматизації дозволяє значно знизити ризики аварій і несправностей. Системи діагностики вчасно виявляють несправності, що дозволяє оперативно вжити заходів для їх усунення. Крім того, мінімізація людського втручання в процеси збільшує безпеку операцій.

Автоматизовані системи дозволяють точно регулювати роботу кожного компонента установки, що значно підвищує ефективність та якість процесу охолодження. Завдяки цьому покращуються умови зберігання продукції, а також знижується кількість відходів і втрат.

Розвиток нових технологій автоматизації, зокрема Інтернету речей (IoT), штучного інтелекту (AI) та систем для глибокого аналізу даних, створює нові можливості для автоматизації холодильної установки. Очікується, що в майбутньому:

1. **Штучний інтелект** дозволить проводити прогнозування та адаптацію системи до змінюваних умов роботи.
2. **Інтернет речей (IoT)** дозволить інтегрувати холодильні установки в загальні системи управління підприємствами, що дасть можливість зібрати більше даних для аналізу і прийняття оптимальних рішень.
3. **Енергозбереження** стане ще важливішим напрямком, зокрема за допомогою використання відновлювальних джерел енергії.

Холодильні установки зазвичай складаються з кількох основних компонентів, включаючи холодильні агрегати, пости управління, системи регулювання та безпеки. Усі ці елементи об'єднуються в єдину автоматизовану систему, яка дозволяє забезпечувати безперебійну та ефективну роботу установки.

* **Компресор:** основний механізм, що відповідає за стисненняпарів холодильного агента, підвищуючи його тиск і температуру.
* **Конденсатор:** забезпечує охолодження і перехід холодильного агенту з газоподібного стану в рідкий.
* **Випарник:** елемент, у якому холодильний агент реагує та поглинає тепло із зони охолодження та переходить у газоподібний стан.
* **Регулюючий вентиль:** визначає кількість охолоджувального агенту, що подається у випарник, регулюючи потужність і ефективність роботи установки.

Усі ці компоненти працюють у циклі замкнутого охолоджуючого агенту, що постійно циркулює по системі, забираючи та виводячи тепло з різних частин холодильного обладнання. Процес автоматизується за допомогою різноманітних електричних та електронних компонентів, таких як датчики, контролери, клапани та системи енергозбереження.

Завдяки впровадженню систем автоматизації забезпечується контроль за параметрами роботи холодильної установки, такими як температура, тиск, швидкість обертання компресора та інших агрегатів. На сучасних установках широко застосовуються програмовані логічні контролери (ПЛК), які здійснюють:

1. **Регулювання температури:** ПЛК за допомогою зворотного зв'язку коригує роботу системи в залежності від виміряних температурних параметрів.
2. **Управління компресорами та іншими механізмами:** Автоматичне вмикання і вимикання компресорів, вентиляторів, насосів в залежності від поточних умов.
3. **Інтерфейси для користувача**: Системи управління часто включають графічні інтерфейси, що дозволяють оператору забезпечувати контроль та стан установки та в разі необхідності вводити ручні команди.

У разі зміни умов, таких як підвищення температури або зниження рівня охолоджувального агенту, система може автоматично коригувати роботу компонентів для збереження стабільної температури в холодильних камерах.

Автоматизація холодильних установок є важливим етапом розвитку сучасної індустрії. Вона дозволяє значно підвищити ефективність, знизити витрати на енергоспоживання, забезпечити надійність і безпеку системи, а також покращити якість зберігання продукції. Завдяки використанню електротехнічних технологій і автоматичних систем управління, холодильні установки стають більш ефективними, економічними та екологічними. У майбутньому технології автоматизації лише вдосконалюватимуться, що дозволить знизити витрати і підвищити точність управління.

**Література:**

1. Холодильне обладнання: підручник /Д. П. Семенюк, О. В. Петренко. - Х.: Світ Книг, 2024. 633с.
2. Холодильні установки: Підручник / 6-е вид., перероблене і доповнене / І.Г. Чумак, В.П. Чепуренко, С.Ю. Лар’яновский та ін.; За ред. І.Г. Чумака-Одеса: Рефпринтінфо, 2006.-560с.
3. Лапаєв Д.А Ремонт побутових холодильників:довіник. - Київ: 1989. - 304с.