

*Бараненко Микола Миколайович
(Біла Церква, Україна)*

ЕЛЕКТРОТЕХНІКА В АВТОМАТИЗАЦІЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

Вступ

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.

1. Призначення та принцип роботи холодильної установки

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 охолоджувального агента, 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.
2. **Конденсатор** — пристрій, в якому гарячі пари холодильного агенту конденсуються.
3. **Випарник** — елемент, в якому рідкий холодильний агент забираючи тепло від продукту кипить.
4. **Регулюючий вентиль** — регулює кількість охолоджувального агента, що надходить до випарника.

Принцип роботи установки полягає в тому, що охолоджуючий 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.

2. Автоматизація холодильної установки: основи

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 агента, 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.

3. Основні елементи автоматизованої холодильної установки

3.1 Програмовані логічні контролери (ПЛК)

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.

3.2 Датчики та вимірювальні прилади

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 агента** — для визначення рівня агента 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.

3.3 Прилади управління

Прилади управління виконують фізичні дії в системі, наприклад:

- **Клапани** - для регулювання потоку охолоджувального агента.
- **Приводи вентиляторів та компресорів** - для забезпечення циркуляції повітря або охолодження.
- **Насоси** - для циркуляції охолоджувального агента.

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

3.4 Системи енергозбереження

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.

4. Програмне забезпечення для автоматизації

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.
- **Оповідати** 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.

5. Переваги автоматизації холодильної установки

5.1 Зниження витрат на енергоспоживання

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.

5.2 Збільшення надійності та безпеки

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.

5.3 Підвищення ефективності роботи

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.

6. Перспективи розвитку автоматизації холодильної установки

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.

7. Застосування електротехніки у конструкції та роботі холодильної установки

7.1 Структура та компоненти автоматизованої холодильної установки

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

Усі ці компоненти працюють у циклі замкнутого охолоджуючого агента, 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.

7.2 Системи контролю та управління

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 вимірних 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 агента, система може автоматично коригувати роботу компонентів для збереження стабільної температури в холодильних камерах.

7.3 Інтеграція з іншими системами

Важливим аспектом автоматизації є можливість інтеграції холодильних установок в загальні системи управління підприємством або будівлею. Це дозволяє не тільки регулювати роботу самих холодильних установок, але й контролювати енергоспоживання в цілому, здійснювати моніторинг на всіх рівнях (від окремих установок до загальної системи).

Системи автоматизації можуть бути інтегровані в більш широкі рішення для управління енергоспоживанням і ефективністю підприємств, що дозволяє виявляти й оптимізувати витрати енергії в межах всього виробничого процесу. Такі рішення можуть включати:

- Модульні контролери для збору даних із різних об'єктів.
- Системи моніторингу та обробки даних для аналізу ефективності роботи.
- Застосування технологій "розумних мереж" (Smart Grids) для автоматичного регулювання навантаження на енергетичну систему.

8. Технічні рішення для енергозбереження та зменшення витрат

8.1 Використання енергозберігаючих технологій

Енергозбереження є важливим аспектом автоматизації холодильної установки. Оскільки холодильні системи є одними з найбільших споживачів енергії на виробництвах, зниження енергоспоживання стає пріоритетом.

Деякі з підходів для зменшення витрат енергії включають:

- **Використання частотних перетворювачів** на електродвигунах компресорів і насосів. Це дозволяє варіювати швидкість роботи двигунів і оптимізувати їхню потужність в залежності від поточних потреб, замість постійної роботи на максимальних швидкостях.
- **Оптимізація роботи компресорів.** У сучасних системах можуть використовуватися декілька компресорів, які працюють по черзі, щоб зменшити споживану потужність в періоди низьких навантажень.
- **Використання регенеративних теплообмінників**, що дозволяють використовувати тепло яке відводиться для попереднього нагріву повітря або води, що знижує навантаження на холодильну установку.

8.2 Адаптивне управління енергоспоживанням

Для досягнення максимальної енергоефективності автоматизовані системи використовують технології адаптивного управління. Система самостійно визначає оптимальні параметри роботи кожного з компонентів в залежності

від зовнішніх і внутрішніх умов. Наприклад, система може знижувати температуру на виході з компресора, якщо в системі є надлишок холоду, або автоматично скорочувати роботу вентиляторів у години низького навантаження.

8.3 Використання відновлюваних джерел енергії

Останнім часом набирає популярності використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні панелі та вітряки, для забезпечення електроенергією холодильних установок. Це дозволяє зменшити екологічний вплив, знизити витрати на енергію та досягти більшої стабільності роботи установки.

Висновок

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. Холодильное оборудование: учебник /Д. П. Семенюк, О. В. Петренко. - Х.: Світ Книг, 2024. 633с.
2. Канторович В.І., Гиль І.М. Оборудование монтаж і ремонт холодильных установок. - Львів: Агропромвид., 1985.
3. Лапаєв Д.А Ремонт побутових холодильників: довідник. - Київ: 1989. - 304с.

Бараненко Микола Миколайович,

+380963366303

baranenko_mm@tec.ukr.education, місце

роботи: ВСП «Технологіко-економічний

фаховий коледж Білоцерківського НАУ»,

викладач спец технічних дисциплін