

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ПРОЄКТУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ХОЛОДИЛЬНИХ СИСТЕМ

Петренко О. В., к. т. н., доц., e-mail: petrenkoolena23@gmail.com

Державний біотехнологічний університет

Білецький Е. В., д. т. н., проф., e-mail: bileckyj.e@gmail.com

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Актуальність дослідження. При проектуванні та експлуатації складних холодильних систем зазвичай потрібно проводити численні дослідження та розрахунки. Виконання таких досліджень можливе лише за наявності методів математичного моделювання з використанням системного підходу. Основна мета системного підходу – виявити механізм функціонування холодильної системи, а для систем керування – забезпечити адаптацію до змінних умов експлуатації. Аналіз показує [1, 2], що холодильна система може бути об'єктом системного підходу.

Мета досліджень. Використання системного підходу для оптимізації холодильних систем для забезпечення максимальної ефективності роботи системи за змінних умов експлуатації.

Основні матеріали досліджень. Системний підхід базується на розгляді холодильної системи у взаємозв'язку з оточуючими її підсистемами та об'єктами. При цьому: задані зв'язки між окремими елементами холодильної системи; кожен елемент вважається неподільним; з навколишнім середовищем система взаємодіє як ціле, тобто система розглядається як цілісна множина взаємопов'язаних умовно неподільних елементів.

Наявність зв'язків між окремими елементами холодильної системи означає, що зміна параметрів в будь-якому з елементів спричиняє зміну параметрів в інших елементах системи. Зв'язки між окремими елементами відносяться до категорій внутрішніх зв'язків, за допомогою зовнішніх зв'язків здійснюється взаємодія між холодильною системою та навколишнім середовищем. Холодильна система в загальному випадку може розглядатися як багаторівнева ієрархічна структура, якій притаманні такі властивості: вертикальна супідрядність; пріоритет дій підсистем верхнього рівня; взаємозалежність дій.

Взаємозалежність координуючих дій підкреслює, що якість функціонування будь-якої холодильної системи забезпечується зворотним зв'язком, тобто ефективність роботи всієї системи визначається скоординованою спільною дією всіх підсистем, при цьому проблема координації для складних систем стає досить значущою і зводиться до досягнення загальної мети, заданої для всієї холодильної системи (підвищення ефективності всієї системи в цілому).

Ієрархія задач математичного моделювання, оптимального проектування та експлуатації формується на базі прийнятої ієрархії холодильної системи. При цьому надзвичайно важливо правильно визначити склад оптимізованих параметрів, основні обмеження та критерій оптимальності установки. Для оптимізації холодильних систем, що мають тривалий період функціонування, задача оптимізації може бути зведена до визначення такого поєднання термодинамічних, витратних, конструктивних параметрів та виду схеми установок, при якому виробництво холоду здійснюється з мінімальними економічними витратами при виконанні технологічного регламенту та всіх внутрішніх і зовнішніх обмежень.

З урахуванням функціональних особливостей холодильних систем різного схемного виконання ієрархічна структура компресорних холодильних систем може бути формалізована наступним чином. Кожна частина каскаду (або система при бескасадному виконанні) складається з основного енергетичного комплексу та допоміжного охолоджувального комплексу, що включає в себе множину споживачів холоду.

Завданням основного енергетичного комплексу є збір «відпрацьованих» парових потоків холодоагента у всмоктувальних колекторах компресорів, реалізація основних процесів холодильного циклу до формування рідинного потоку перед його транспортуванням до

споживачів холоду або приладів охолодження. У ньому виділяються такі підсистеми: стиснення та проміжне охолодження парів холодоагента; охолодження та конденсація холодоагента; підготовка холодоагента до розподілу перед подачею до різних споживачів холоду.

Завданням допоміжного охолоджувального комплексу є відведення теплоти від охолоджуваних об'єктів за допомогою рідкого холодоагента або холодоносія. Відведення теплоти може здійснюватися на різних температурних рівнях, що визначає склад комплексу: множина циркуляційних контурів безпосереднього охолодження; множина циркуляційних комплексів з проміжним холодоносієм.

Кількість циркуляційних контурів відповідає кількості температур кипіння холодоагенту у холодильній системі.

У системах безпосереднього охолодження до складу циркуляційних контурів входять: множина розгалужених парових всмоктувальних трубопроводів (включаючи відокремлювачі рідини); множина споживачів холоду; підсистема розгалужених рідинних трубопроводів; підсистема «рідинний стояк – насоси»; множина розгалужених парарідинних зворотних трубопроводів; множина підсистем «циркуляційний ресивер – насоси».

У системах непрямого охолодження до складу циркуляційних контурів входять: множина споживачів холоду (разом з елементами управління та організації вимушеної локальної циркуляції рідини); множина розгалужених рідинних трубопроводів; множина підсистем «насоси - емнісне обладнання».

На базі зазначеної формалізації пропонується будувати:

- ієрархію проектно-конструкторських та експериментально-дослідницьких робіт;
- методологію структурної та параметричної оптимізації холодильних систем;
- ієрархічну структуру математичної моделі.

Висновки. Таким чином, відповідно до запропонованої формалізації, здійснюється практично весь обсяг робіт, спрямованих на досягнення кінцевої мети – максимального підвищення ефективності холодильних систем.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Виклюк Я. І. Моделювання складних систем: посібник / Я. І. Виклюк, Р. М. Камінський, В. В. Пасічник – Львів: Видавництво «Новий Світ – 2000», 2020. – 404 с.
2. Згуровський М. З. Основи системного аналізу / М. З. Згуровський, Н. Д. Панкратова. – К. : Вид. група BHV, 2007. – 546 с.