

Головач Й.І., Міца О.В., Оришнич С.С.

Ужгородський національний університет

holovacs.jozsef@uzhnu.edu.ua, alex.mitsa@gmail.com, oryshych@gmail.com

СИНТЕЗ ОДНОГО КЛАСУ ТЕПЛООБМІННИХ СИСТЕМ, ЯК ЗАДАЧА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Теплообмінники та теплообмінні системи (ТС) широко використовуються в багатьох технологічних процесах хімічній, нафтопереробній та інших галузях промисловості. Проектування ТС – складна багаторівнева оптимізаційна задача, в якій необхідно врахувати багато параметрів. Тому для різних застосувань розробляються математичні моделі ТС різної складності [1,2].

В даній роботі розглядається один клас задач, який часто зустрічається на практиці. В ТС, який складається з M теплообмінників R_1, R_2, \dots, R_M , поступає холодний потік X при температурі t_0 та N гарячих потоків G_1, G_2, \dots, G_N з температурами відповідно $T_0 (T_{1,0}, T_{2,0}, \dots, T_{N,0})$. Задані також технологічні параметри всіх потоків. В ТС холодний потік потрібно нагріти до температури t_M за рахунок тепла гарячих потоків, для яких задані бажані температури на виході $T_M (T_{1,M}, T_{2,M}, \dots, T_{N,M})$.

Якщо фізичні обмеження теплообміну не дозволяють отримати задані вихідні температури або це недоцільно по економічним причинам, то потоки після виходу з ТС поступають у зовнішню підсистему, яка містить нагрівачі та холодильні апарати, в яких температури потоків доводяться до потрібних значень.

В загальному випадку вважаємо, що кожний гарячий потік після виходу з деякого теплообмінника може поступити знову на вхід іншого теплообмінника. Достатньо розглядати лише випадок загального протипотоку потоків, коли холодний потік послідовно проходить теплообмінники R_1, R_2, \dots, R_M , а гарячі потоки проходять ТС в протилежному напрямку R_M, R_{M-1}, \dots, R_1 (прямоток потоків з точки зору передачі тепла менш ефективний):

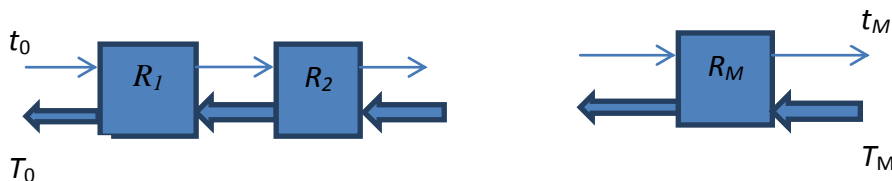


Рис. 1

Структуру (топологию) ТС можна описати за допомогою булевих змінних

$$u_{ki} = \{0, 1\}, k = 1, 2, \dots, M; i = 1, 2, \dots, N.$$

Якщо в теплообмінник R_k поступає у i -ий гарячий потік, то $u_{ki} = 1$, якщо ні, то $u_{ki} = 0$. При цьому повинні виконуватись обмеження

$$\sum_{i=1}^N u_{ki} = 1, k = 1, 2, \dots, M.$$

В задачах синтезу ТС незалежними змінними є u_{ki} і конструктивні параметри теплообмінників (площа поверхні теплообміну F_i та інші). Проектування ТС зводиться до розв'язування комплексу взаємозв'язаних задач:

А) Синтез оптимальної структури ТС при заданих конструктивних та технологічних обмеженнях. Критерієм оптимальності є зведені витрати на всю систему, які включають капітальні вкладення і експлуатаційні витрати.

В) Пошук оптимальних значень конструктивних параметрів теплообмінників (F_i та інші).

С) Тепловий та економічний розрахунки ТС з фіксованою структурою.

Для розв'язування задачі синтезу ТС можна застосувати різні підходи:

- Проблема розглядається, як багатокроковий процес прийняття рішень і її можна звести до задачі динамічного програмування;
- Задача синтезу ТС зводиться до задачі дискретного оптимального управління [3];
- Будується набір евристик, які базуються на інженерному досвіді проектувальників (реалізація такого підходу досить проста, але має меншу точність);
- Використання генетичних алгоритмів для пошуку оптимальної структури ТС;
- Використання комбінаторних методів.

Задача синтезу ТС – складна, комплексна проблема, яка не може бути розв'язана лише в автоматичному режимі. Тому пропонується програмна система, яка для пошуку оптимальної структури ТС реалізує різні методи та їх комбінації, а проектувальник в інтерактивному режимі оперативноможже втручатись в роботу програми.

Література

1. Головач И.И. Решение задач синтеза теплообменных систем // Доклады АН УССР, - 1983. №3.- с.64-67.
2. Виктор В. К., Ананченко И. В. Синтез оптимальных систем теплообменников : Практикум / СПбГТИ. Каф. систем. анализа. СПб. 2015. 25 с.
3. Каневец Г.Е., Зайцев И.Д., Головач И.И. Введение в автоматизированное проектирование теплообменного оборудования // Киев: Наукова думка, 1985. – 230с.