

С. Л. Мердуч

ОПТИМАЛЬНЕ РОЗПОДІЛЕННЯ НАВАНТАЖЕНЬ МІЖ ПАРАЛЕЛЬНИМИ КОНДЕНСАТООЧИСНИМИ ФІЛЬТРАМИ АЕС

У даній роботі розглядається задача оптимального розподілення навантажень між паралельними іонітними фільтрами, що входять до складу блочної знесолюючої установки АЕС

Ключові слова: розподілення навантажень, паралельно працююче обладнання, блочна знесолююча установка

1. Вступ

Дослідження, про які йдеться у доповіді, відносяться до галузі хімічної кібернетики. Сучасні системи керування блочними знесолюючими установками (БЗУ) на АЕС із реакторами типу ВВЕР-1000 не забезпечують оптимальної роботи фільтрів змішаної дії (ФЗД), так як розподілення навантажень між ними здійснюється операторами вручну, що призводить до збільшення витрат хімреагентів, води живлення та об'ємів рідких відходів енергоблоку. Тому дослідження, що представлені у даній доповіді є актуальними.

2. Постановка проблеми

У хімічній промисловості широко розповсюджені системи паралельно з'єднаних агрегатів, що дозволяють забезпечити безперервність загального технологічного потоку. Однією із основних проблем, що виникають при керуванні системою паралельно працюючих агрегатів, є розподілення навантажень.

В даній роботі розглянуто задачу оптимального розподілення навантажень між ФЗД другого контуру АЕС із реактором типу ВВЕР-1000.

3. Основна частина

3.1. Аналіз літературних джерел за темою дослідження. Перші роботи щодо розподілення навантажень між паралельними агрегатами були розпочаті в енергетиці. Систематичне викладення методів найбільш вигідного розподілення навантажень між паралельними агрегатами представлено в [1]. У цій роботі використовується принцип рівності похідних витрат за навантаженням, так званий принцип рівності відносних приростів.

Вперше у вітчизняній літературі задача розподілення навантажень між паралельними апаратами у хімічній промисловості була поставлена в [2], у якій було відзначено необхідність розподілення навантаження та якості між паралельними агрегатами.

У [3] для вирішення задачі розподілення навантажень між реакторами використовується метод

динамічного програмування. У роботах [4, 5] докладно розглядається задача розподілення навантажень між конкретними промисловими апаратами за допомогою методу найшвидшого спуску та методу динамічного програмування.

У представленій роботі розглянуто особливості постановки задачі розподілення навантажень у БЗУ другого контуру АЕС із реактором типу ВВЕР-1000 та її вирішення.

3.2. Результати досліджень. На рис. 1 зображена технологічна схема БЗУ, що призначена для видалення із конденсату турбіни забруднень, що потрапляють із охолоджуючою водою через нещільності системи конденсаторів.

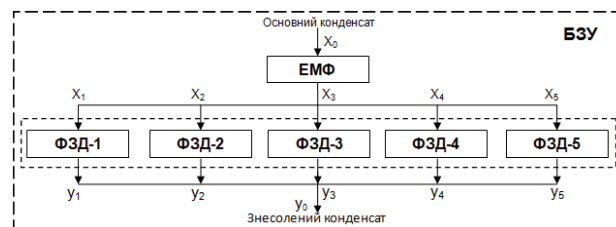


Рис. 1. Принципова технологічна схема БЗУ: ЕМФ — електромагнітний фільтр, ФЗД — фільтр змішаної дії

Основний конденсат подається до БЗУ конденсатним електронасосом першого ступеня (КЕН-І ст.) із конденсатора. ФЗД дозволяють очищати конденсат до дуже низької питомої електропровідності. У процесі очистки відбувається поглинання катіонів (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , NH_4^+ , та інші) та аніонів (Cl^- , SO_4^{2-} , SiO_3^{2-} , HCO_3^- та інші) солей.

Далі знесолений конденсат відводиться до підігрівача низького тиску (ПНТ) за допомогою КЕН-ІІ ст.

Задача оптимального розподілення навантажень між паралельно працюючими ФЗД заключається у розподіленні витрат основного конденсату та може бути поставлена в одному із двох варіантів: — Знайти розподілення потоків конденсату x_1, x_2, \dots, x_5 , що забезпечує максимальну передачу іонів між водним середовищем та іонітами

$$\max G = \max \sum_{i=1}^5 G_i(x_i) \quad (1)$$

при

$$\sum_{i=1}^5 x_i = x_0, \quad x_{i\max} \leq F, \quad (2)$$

де x_i , G_i — витрати основного конденсату та іонів, що поглинаються, відповідно (для i -го агрегату); x_0 — задані загальні витрати основного конденсату; F — максимально допустимі витрати через фільтр, м³/год.

— Знайти розподілення потоків конденсату x_1 , x_2 , ..., x_5 , що забезпечує мінімальну концентрацію іонів солей у знесоленому конденсаті на виході із апаратів

$$\min Y_k = \min \frac{\sum_{i=1}^5 Y_{ki}}{x_0} \quad (3)$$

при заданих загальних витратах основного конденсату (2), де Y_{ki} — склад іонів солей у знесоленому конденсаті на виході із апарату, мкг/дм³.

У двох випадках рішення задачі розподілення призводить до однакових результатів.

Для вирішення задачі розподілення навантажень між ФЗД була розроблена модель системи знесолення турбінного конденсату [6].

Припускаючи, що екстремум знаходиться у області обмежень, оптимальне розподілення визначається із системи рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{\partial G_i}{\partial x_i} = \lambda; \\ \sum_{i=1}^5 x_i = x_0, \end{cases} \quad (4)$$

де λ — множник Лагранжа.

Розподілення загальних витрат основного конденсату між ФЗД проводилось із використанням динамічного програмування. У результаті розрахунків було отримано таблицю значень оптимальної цільової функції G , (Y_k) для навантажень у межах до 900 м³/год., що відповідає максимальним витратам через фільтр. Було встановлено, що для однакових агрегатів витрати основного конденсату через ФЗД розподіляють порівну між всіма апаратами.

У подальшому планується використання отриманих результатів для проектування системи автоматичного керування БЗУ АЕС із реактором типу ВВЕР-1000.

Література

1. Горнштейн В. М. Наивыгоднейшее распределение нагрузок между параллельно работающими электростанциями [Текст] / В. М. Горнштейн. — М. — Л.: Госэнергоиздат. — 1947.
2. Либерман М. Д. Некоторые общие вопросы комплексной автоматизации [Текст] / М. Д. Либерман // Автоматизация химических производств. — 1959. — № 3.
3. Roberts S. M. Feed allocation to multilevel reactor system by Dynamic Programming [Text] / S. M. Roberts // Chem. Eng. Progr. — 1963. — № 46.
4. Cotter I. E. Computer control of production allocation for parallel process equipment [Text] / I. E. Cotter // Control, 9. — 1965. — № 85.
5. Минскер И. Н. Оптимальное распределение нагрузок между параллельными агрегатами химического производства [Текст] / И. Н. Минскер // Труды III конференции молодых специалистов, ЦНИИКА. — 1963.
6. Медведев Р. Б. Компьютерное моделирование системы знесоления турбинного конденсату АЕС із реактором ВВЕР-1000 [Текст] / Р. Б. Медведев, О. В. Сангінова, С. Л. Мердх // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2012. — Т. 2, № 14(56). — С. 34–37.

ОПТИМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗОК МЕЖДУ ПАРАЛЛЕЛЬНЫМИ ФИЛЬТРАМИ КОНДЕНСАТООЧИСТКИ АЭС

С. Л. Мердх

В данной работе рассматривается задача оптимального распределения нагрузок между параллельными ионитными фильтрами, которые входят в состав блочной обессоливающей установки АЭС.

Ключевые слова: распределение нагрузок, параллельно работающее оборудование, блочная обессоливающая установка.

Светлана Леонидовна Мердх, аспирант кафедры кибернетики химико-технологических процессов Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт», тел.: (050) 994-04-95, e-mail: merdukh.svetlana@yandex.ru.

AN OPTIMAL LOADS ALLOCATION FOR THE PARALLEL FILTERS OF CONDENSATE POLISHING AT THE NPP

S. Merdukh

This paper deals with problem of optimal load allocation between the parallel ion-exchange filters, which are part of the Condensate Polishing Unit of NPP.

Keywords: loads allocation, parallel equipments, Condensate Polishing Unit.

Svitlana Merdukh, graduate student of Department of Cybernetics of Chemical Technology Processes, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», tel.: (050) 994-04-95, e-mail: merdukh.svetlana@yandex.ru.