

Технологічний комплекс вторинної конденсації виробництва аміаку як об'єкт оптимізації

Я.О. Кравченко, А.К. Бабіченко, М.О. Подустов

Національний технічний університет «ХПІ»

Технологічний комплекс вторинної конденсації діючих в Україні агрегатів синтезу аміаку серії АМ-1360 характеризується низькою енергоефективності внаслідок застосування турбокомпресорного холодильного агрегату (АТК) зі споживанням електроенергії до 4тис.кВт·год, а експлуатація його відбувається під впливом постійних зовнішніх збурень.

Задача підвищення енергоефективності цього комплексу може бути розв'язана тільки шляхом її декомпозиції. При цьому перший етап розв'язання цієї задачі передбачає створення оптимальної структури технологічного комплексу шляхом усунення зі схеми АТК. Лише після виконання цього етапу може бути виконано другий, а саме мінімізація температурного режиму охолодження циркуляційного газу (ЦГ) зменшення якої сприяє зниженню витрати природного газу [1]. Отже виконання цих етапів найбільш ефективно може бути здійснено шляхом побудови математичної моделі з подальшим проведенням комп'ютерного моделювання.

Обмежуючись задачею створення оптимальної структури та стаціонарністю технологічного комплексу, система рівнянь моделі, як правило, представляється у вигляді [2]:

$$f_i(a, d, y, x), \quad (1)$$

де $i=1..n$ – множина рівнянь моделі; $f_i(a, d, y, x)^2$ – стаціонарні моделі окремих апаратів або їх складових; a – варіанти апаратного оформлення технологічного комплексу; d – вектор конструктивних змінних; y – вектор режимних (керуючих) змінних; x – вектор стану (вектор концентрацій, витрат потоків, їх ентальпій та ін.).

Для постановки задачі оптимізації структури технологічного комплексу необхідно завдання цільової функції. Якщо вектор стану x виразити з системи (1) у вигляді $x(a, d, y)$ та підставити у залежності $f(a, d, y, x)$ і $g(a, d, y, x)$, то математично задачу мінімізації критерію економічної ефективності з урахуванням обмежень $g_j(a, d, y, x) = 0$ або/і $g_j(a, d, y, x) \leq 0$ (де $j=1..m$ – множина обмежень) можна записати у вигляді:

$$\min_{a \in A, d \in D, y \in Y} I(a, d, y), \quad (2)$$

$$g_j(a, d, y) = 0 \text{ або/і } g_j(a, d, y) \leq 0, \quad (3)$$

де $I(a, d, y) = \bar{I}[a, d, y, x(a, d, y)]$, $g_j(a, d, y) = \bar{g}_j[a, d, y, x(a, d, y)]$.

Отже перший етап декомпозиції підвищення енергоефективності

технологічного комплексу передбачає розв'язання задач (2) і (3), що забезпечить оптимальні значення a, d, y для мінімізації критерію I з дотриманням обмежень (3).

Аналізуючи комплекс вторинної конденсації технологічним обмеженням є температура охолодження ЦГ у випарниках, тобто $x_j = \Theta_{2Ц} = -5^\circ\text{C}$. Враховуючи, що головна задача полягає у створенні оптимальної структури технологічного комплексу з вилученням зі схеми роботи АТК, то основне апаратне обмеження можна представити у вигляді $a_j = a_{\text{АТК}} = 0$. За таких обмежень та існуючих в реальних умовах режимних змін параметрів y оптимізація критерію згідно рівняння (2) може бути зведена до пошуку в просторі двох змінних, а саме a та d . В процесі визначення показника a , тобто типу апаратного оформлення, альтернативним варіантом застосуванню АТК можуть бути разом з аміачно-холодильними установками (АХУ) пароежекторні холодильні установки (ПХУ). Вони дозволяють за рахунок застосування холодильного агента з низькою температурою кипіння здійснювати утилізацію низько потенціальної теплоти матеріальних потоків з рівнем температур навіть нижче 90°C . Однак на сьогодні в усіх без винятку агрегатах синтезу ця теплота скидається в апаратах повітряного охолодження у довкілля.

Технологічний комплекс вторинної конденсації – це складна система, загальна структура для кожного апарату якої відома. Однак існує невизначеність в параметрах (коефіцієнтах) моделі.

При цьому основними параметрами зв'язку математичних моделей конденсаційної колони та випарників є коефіцієнти теплопередачі. Ці коефіцієнти і обумовлюють основну параметричну невизначеність, яка може бути викликана змінами режимних параметрів, коливаннями зовнішнього теплового навантаження, а також зміною термічного опору конденсату та забруднень [3]. За таких обставин необхідно проведення аналізу умов теплообміну у цих апаратах та встановлення рівнянь щодо чисельної оцінки такої невизначеності.

Література

1. Бабиченко, А.К., Тошинский, В.И., Красников, И.Л., Подустов, М.А. (2007), «Энергосберегающее технологическое оформление блока вторичной конденсации крупнотоннажных агрегатов синтеза аммиака», *Інтегровані технології та енергозбереження*, № 4, с.3 – 6.

2. Дворецкий, С.И., Матвеев, С.В., Путин, С.Б. та Туголуков, Е.Н. (2008), *Основы математического моделирования и оптимизации процессов и систем очистки и регенерации воздуха: уч. пос..* Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, Тамбов, 324 с.

3. Исаченко, В.П., Осипова, В.А., Сукомел, А.С. (1975), *Теплопередача: уч. для вузов. 3-е изд., перераб. и доп.* Энергия, М., 488 с.