

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Никифоров А.О., Пономарева Н.А.

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, г. Санкт-Петербург

Ключевые слова: оптимизация энергосберегающих технологий, математическая модель оптимизации систем, химико-технологическая система, ректификационная установка.

Аннотация. Рассмотрены общие принципы построения химико-технологических систем. Для оптимизации энергосберегающих технологий, применяемых в химико-технологических системах, была сформулирована математическая модель, решение которой выполняется методом линейного программирования на ПК. Преимущества данной модели заключается в научной обоснованности выбора оптимального решения с учетом сочетания (соотношение) технических и экономических показателей.

OPTIMIZATION ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES FOR CHEMICAL-TECHNOLOGICAL SYSTEMS

Nikiforov A.O., Ponomareva N.A.

*Saint-Petersburg State University of Industrial Technologies and Design,
Saint-Petersburg*

Keywords: optimization of energy-saving technologies, mathematical model optimization of systems, chemical-technological system, rectification unit.

Abstract. General principles of construction of chemical-technological systems are considered. To optimize energy-saving technologies used in chemical-technological systems, a mathematical model was formulated, the solution of which is performed by linear programming on a PC. The advantages of this model lie in the scientific validity of the choice of the optimal solution, taking into account the combination (ratio) of technical and economic indicators.

Эффективные методы управления системами энергопотребления и энергосбережения повышают охрану окружающей среды. При проектировании определенного производства с использованием принципов энергосберегающих технологий определяющим показателем проектного решения является экономический критерий. Однако получение такого критерия происходит после предварительного выбора возможных технологических решений. Для выбора определенной технологии чаще всего используется эвристические правила, основанные на интуиции и опыте работы привлекаемых к решению задачи специалистов, что не позволяет теоретически обосновать, по каким причинам принимаемые технологические решения являются наилучшими.

В общем случае химико-технологическую систему можно представить в таком виде (рис. 1).

Для оптимизации энергопотребления и энергоснабжения химико-технологической системы выбраны следующие варианты: изменение типа и количества используемых тепла и энергии; вариант изменение типа конструкции теплообменного оборудования [1].

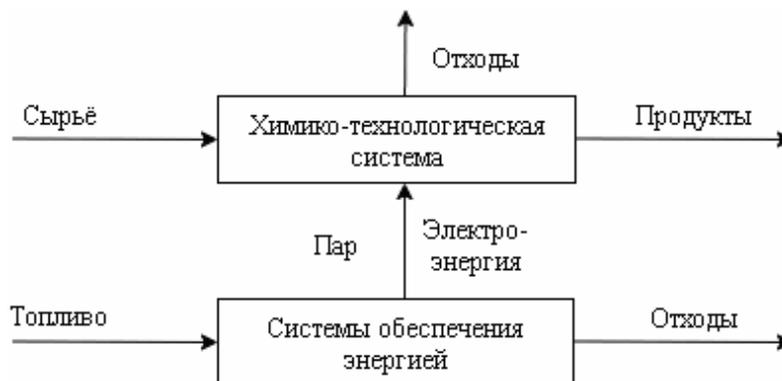


Рис. 1. Химико-технологическая схема

В общем случае эта задача сводится к минимизации потребления топлива во всей системе, что можно математически сформулировать как определение минимума функции

$$R(x_1, x_2, x_3) = \sum_{j=1}^3 C_j x_j, \quad (1)$$

где C_j – постоянные коэффициенты;

x_1 – параметр, определяющий тип и количества, используемых тепла и энергии;

x_2 – параметр, определяющий температурный режим источника или стока тепла;

x_3 – параметр, который определяет тип конструкции теплообменного оборудования.

Причем на значения переменных x_j накладываются ограничения типа:

$$a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 \geq W,$$

где a_1, a_2, a_3 – постоянные коэффициенты; W – требуемое количество энергии.

Рассмотрим химико-технологическую систему, состоящую из ректификационной установки непрерывного действия для разделения бинарной жидкой смеси (рис. 2) [2].

Условно вся система теплообмена делится на внутреннюю систему, где потоки обмениваются теплом между собой (ректификационная колонна) и внешнюю, где потоки охлаждаются и нагреваются до заданных температур, соответственно в холодильниках и нагревателях.

Тогда согласно уравнению (1) требуется найти такую модель теплообмена, чтобы $R(x_1, x_2, x_3)$ была бы минимальная, где

$$R(x_1, x_2, x_3) = x_1 + x_2 + x_3,$$

где x_1 – затраты на внутреннюю систему, руб/год;

$$x_1 = c \cdot (a_1 \cdot F_p),$$

x_2, x_3 – затраты на внешнюю систему, соответственно капитальные и эксплуатационные, руб/год;

$$x_2 = c \cdot \left(\sum_{i=1}^2 a_2 \cdot F_{H_i} \right) + \left(\sum_{i=1}^2 a_2 \cdot F_{x_i} \right); \quad x_3 = t \cdot \left(\sum_{i=1}^2 \frac{w_i \cdot U_x}{c_x \cdot (t_x^K - t_x^H)} + \sum_{i=1}^2 \frac{w_i \cdot U_z}{t} \right),$$

c – нормативный коэффициент амортизации, 1/год;

a_1, a_2, a_3 – стоимостные коэффициенты;

F_p, F_{H_i}, F_{x_i} – поверхности теплообмена ректификационной колонны и нагревателя или холодильника, м²;

