

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УСТАНОВКИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА

К.И. Рагимли¹⁾

1) студент Азербайджанского Государственного Университета Нефти и Промышленности, г. Баку, Азербайджан, kenanrehimli48@gmail.com

Аннотация: в данной статье на основе всестороннего анализа и исследования особенностей сложных процессов, протекающих на технологической установке каталитического риформинга первичной переработки нефти рассматриваются вопросы разработки физически обоснованной математической постановки задачи оптимизации функционирования одного из основных и важных блоков исследуемой установки, а именно реакторного блока.

Ключевые слова: система управления, реакторный блок, постановка задачи, задача оптимизации, технологический процесс, каталитический риформинг.

STATEMENT OF THE OPTIMIZATION PROBLEM FOR THE CATALYTIC REFORMING PLANT FUNCTIONING

Kenan I. Ragimli¹⁾

1) the student Azerbaijan State Oil and Industry University (ASOIU), city of Baku, Azerbaijan, kenanrehimli48@gmail.com

Abstract: In this article, on the basis of a comprehensive analysis and study of the complex processes features occurring in a catalytic reforming plant for primary oil refining, the development of a physically based mathematical formulation of the problem for the optimizing the functioning of one of the main and important blocks of the plant under study, namely the reactor block, is considered.

Key words: control system, reactor block, problem statement, optimization problem, technological process, catalytic reforming.

Одной из наиболее важных технологических систем, входящих в топливно-энергетический комплекс, в частности нефтеперерабатывающий комплекс, является установка каталитического риформинга [1, 2].

Основной целью функционирования данной установки является получение из низкооктанового бензина высокооктанового бензина с высокими показателями качества. Анализ научных работ, посвященных исследованию систем управления установками каталитического риформинга показали, что эти технологические системы, с точки зрения объекта управления, представляют собой сложную технологическую систему,

которая связывает многомерные технологические агрегаты, связанные между собой многочисленными технологическими связями. Каждый технологический аппарат в этой сложной системе функционирует в широком диапазоне изменения входных и выходных технологических параметров [3].

В представленной статье рассматривается задача разработки оптимальной системы управления реакторного блока каталитического риформинга.

Здесь I, II, III, IV- соответствующие реакторы, U_{RI} - температура на входе реактора I, U_{RII} - температура на входе реактора II, U_{RIII} - температура на входе реактора III, U_{RIV} - температура на входе реактора IV, X_0 - расход низкооктанового бензина, поступающего в колонну. Входные параметры этого блока характеризуется следующим вектором:

$$X_0 = \{ X_1, X_2 \} \quad (1)$$

где X_1 - расход бензина, X_2 - его качественный показатель.

Вектор управляющих воздействий:

$$U_k = \{ U_{RI}, U_{RII}, U_{RIII}, U_{RIV} \} \quad (2)$$

Вектор выходных параметров блока:

$$Y = \{ Y_1, Y_2, Y_3 \} \quad (3)$$

где Y_1 - расход платформата, Y_2 - характеризует октановое число платформата.

Здесь выходная координата параметра Y_i характеризуется показателем качества g_i , где $i=1,6$.

Математически это можно записать следующим образом:

$$g_i(X_0, U_r, \xi_l) \leq 0 \quad (4)$$

После технологического определения установки каталитического риформинга как объекта управления, рассмотрим постановку задачи его оптимизации ее функционирования.

Предположим, что математическая модель каждого элемента рассматриваемой технологической системы представляется в нижеуказанной форме:

$$Y_j^i = f_j^i(X_s^i, U_r^i, \xi_l^i), \quad j=1,n, \quad i=1,m, \quad r=1,q, \quad l=1,z, \quad (5)$$

где Y_j^i - в i -ом аппарате j -ый выходной вектор, $s \in E(i)$, $E(i)$ - индекс входного потока в i -ом агрегате, U_r^i - вектор управляющих параметров i -ом агрегате, ξ_l^i - характеризует контролируемые в i -ом агрегате возмущающие воздействия.

Ограничения, которые ставятся на качественные показатели продуктов, полученные в технологическом процессе, записываются следующим образом:

$$g_j^i(X_s^i, U_r^i, \xi_l^i) \leq 0 \quad 0 \quad j=1, n, \quad i=1, m. \quad (6)$$

Математические модели, описывающие состояния аппаратов исследуемого процесса и его производственно-экономические показатели, также включают в себя нижеследующие ограничительные условия:

$$а) X_j^i \geq A_j^i, \quad \text{для всех } j \in B(i) \quad (7)$$

где A_j^i , - план, поставленный на выход j -ого продукта в i -ом аппарате,

б) для нецелевых продуктов:

$$X_j^i \leq C_j^i, \quad \text{для всех } j \in \Gamma(i) \quad (8)$$

где C_j^i - значение верхней границы j -ого нецелевого продукта в i -ом аппарате, $\Gamma(i)$ - множество нецелевых продуктов;

в) условие ограничения на сырье, подаваемое на установку:

$$X_{0min} \leq X_0 \leq X_{0max} \quad (9)$$

где X_0 - количество сырья, подаваемое на установку, X_{0min} и X_{0max} - соответственно его минимальные и максимальные значения;

г) условие ограничения, поставленного на материальный баланс технологических аппаратов:

$$\sum_{s \in E(i)} X_s^i - \sum_{j \in K(i)} X_j^i \geq 0 \quad K(i) = E(i) \cup \Gamma(i) \quad (10)$$

где $K(i)$ - индекс множества выходных параметров.

д) условие ограничения, поставленного на область изменения управляющих параметров в каждом аппарате процесса:

$$\{U_r^i, X_s^i, \text{ для всех } j \in E(i)\} \in G_i \quad (11)$$

где G_i - какая-либо закрытая область.

$$\Phi = \sum \sum_{j \in B(i)} Z_j^i Y_j^i(X_s^i, U_r^i, \xi_l^i) \rightarrow \max \quad (12)$$

где Z_j^i - значение выходного продукта.

Решение задачи оптимизации (1)-(12) технологического процесса каталитического риформинга на основе ее математических моделей (5) заключается в определении таких значений, которые обеспечивают ограничительные условия управляющих параметров (11) в каждом реакторном блоке ($k=1,4$) данного процесса, при заданных значениях

количественных и качественных показателей низкооктанового бензина X_0 , подаваемого на установку [4,5]. В этом случае, выполняя условия ограничений (6)÷(10) обеспечивается максимум критерия (12), который характеризует выход целевой продукции.

Следовательно, математическая постановка задачи, для получения математической модели процесса каталитического риформинга, будет в нижеуказанной форме:

$$Y = f(X_s, U_r, \xi_l), \quad r=1,8; \quad l=1; \quad s=1, \quad (13)$$

где X_1 - расход сырья, подаваемого в реакторный блок, ξ_1 – удельный вес сырья, подаваемого в реакторный блок, U_1 - температура на входе реактора RI, U_2 - температура на выходе реактора RI, U_3 - температура на входе реактора RII, U_4 - температура на выходе реактора RII, U_5 - температура на входе реактора RIII, U_6 - температура на выходе реактора RIII, U_7 - температура на входе реактора RIV, U_8 - температура на выходе реактора RIV, Y_1 - выход высокооктанового бензина.

Ограничения, которые ставятся на входные, управляющие и возмущающие параметры реакторного блока указаны ниже:

$$\begin{aligned} 1281 &\leq X_1 \leq 1282 \\ 0,765 &\leq \xi_1 \leq 0,785 \\ 490 &\leq U_1 \leq 506 \\ 411 &\leq U_2 \leq 445 \\ 490 &\leq U_3 \leq 500 \\ 446 &\leq U_4 \leq 458 \\ 496 &\leq U_5 \leq 458 \\ 464 &\leq U_6 \leq 476 \\ 500 &\leq U_7 \leq 510 \\ 471 &\leq U_8 \leq 484 \end{aligned} \quad (14)$$

Для реакторного блока выходная координата Y характеризуется качественными показателями, которые обозначаются через g_i и g_1, g_2, g_3 – соответственно минимальное, среднее и максимальное значения октанового числа бензина.

Тогда, для данного случая, ограничения, ставящиеся на качественные показатели представляются в нижеуказанной форме:

$$\begin{aligned} 74 &\leq g_1 \leq 78 \\ 79 &\leq g_2 \leq 87 \\ 89 &\leq g_3 \leq 97 \end{aligned} \quad (15)$$

Таким образом, наряду с задачей оптимизации, формулирование математической постановки задачи и моделирование являются важными стадиями как в теории, так и на практике управления сложными

технологическими процессами. Без разработки эффективной физически обоснованной математической постановки невозможно добиться оптимального решения как задачи оптимизации, управления каким-либо технологическим процессом, так и разработки продуктивной системы управления им.

Список использованных источников:

1. Гуляев В.А., Ластовкин Г.А., Ратнер Е.М./Промышленные установки каталитического риформинга, “Химия”, 2005, с. 278 ÷286.

2. Наумова В.О., Ровенская О.П., Горовенко Л.А. Установки риформинга // Передовые технологические разработки: перспективы внедрения в производство и эффективность: материалы I Международной конференции студентов, аспирантов, преподавателей. – Армавир, 2021. – С. 66-69.

3. Стадник В.С., Горовенко Л.А. Многокритериальные задачи принятия решений в процессе технологической подготовки производства // Прикладные вопросы точных наук: Материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей.- Армавир: ООО «Типография имени Г. Скорины», 2017. – С. 72-78.

4. Efendiev I.R. One optimization problem for nonstationary chemical reactors. Automation and remote control. New York, July 15, 2006, p. 115.

5. Пахомов А.Н., Коновалов В.И., Гатапова Н.Ц., Колиух А.Н./ Основы моделирования химико-технологических систем. Учебное пособие, Тамбов, 2008, 156 с.