



УДК 519.711

ВЫБОР ЦЕЛИ И КРИТЕРИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА

•••••

THE CHOICE OF GOALS AND CRITERIA FOR CONTROL THE CATALYTIC REFORMING PROCESS

Меликов Эльчин Адиль оглы

кандидат технических наук,
доцент кафедры «Управление и инженерия систем»,
Азербайджанский Государственный Университет
Нефти и Промышленности
elchin03@mail.ru

Велиева Сада Камран кызы

магистр,
Азербайджанский Государственный Университет
Нефти и Промышленности
seda.valiyeva@outlook.com

Melikov Elchin Adil

Ph. D., Associate Professor of
Control and engineering systems,
Azerbaijan State University of
Oil and Industry
elchin03@mail.ru

Veliyeva Sada Kamran

Master,
Azerbaijan State University of
Oil and Industry
seda.valiyeva@outlook.com

Аннотация. На основе всестороннего анализа и исследования процесса каталитического риформинга выявлены основные характерные особенности рассматриваемого процесса. Исходя из эффективности функционирования исследуемой технологической установки, определены основные цели и критерий управления данным процессом с учетом ряда ограничительных условий, накладываемых на режимные параметры, количество и качество перерабатываемого сырья и выпуск продуктов.

Ключевые слова: каталитический риформинг, технологический процесс, управляющие воздействия, критерий управления, выход платформата, оптимальное управление.

Annotation. Based on a comprehensive analysis and study of the catalytic reforming process, the main characteristic features of the process under consideration are identified. Based on the efficiency of the investigated technological installation, the main goals and criteria for controlling this process are determined taking into account a number of restrictive conditions imposed on the operating parameters, quantity and quality of processed raw materials and product output.

Keywords: catalytic reforming, technological process, control actions, control criterion, platformat exit, optimal control.

Известно, что эффективность функционирования системы управления любой технологической установкой нефтепереработки и нефтехимии во многом зависит от правильного выбора цели и критерия управления. Выбор цели имеет в своей основе не только саму природу и назначение процесса, но и условия, в которых эксплуатируется технологическая установка – технологические связи с другими установками, роль и место в общей технологической структуре всего производства в целом.

Исходя из технологии, установка каталитического риформинга состоит из двух основных блоков: 1) гидроочистки, 2) платформинга.

Ведение процесса гидроочистки преследует цель максимального снижения содержания серосодержащих примесей в составе прямогонного бензина [1]. Проведенный анализ зависимости содержания сернистых примесей в гидрогенизате позволил выделить комплекс основных параметров, от которых зависит чистота целевого продукта. В формальном виде эта зависимость может быть представлена в виде:

$$C_{\text{серн.}}^{\text{вых}} = f(T_p^{\text{вх}}, C_{\text{серн.}}^{\text{вх}}, T_k^{\text{верх}}, G_c, N_{\text{всг}}),$$

где $T_p^{\text{вх}}$ – температура на входе в реактор гидроочистки; $C_{\text{серн.}}^{\text{вх}}$ – содержание серосодержащих примесей во входном прямогонном бензине; $T_k^{\text{верх}}$ – температура верха отпарной колонны; G_c – загрузка блока гидроочистки сырьем; $N_{\text{всг}}$ – количество водородосодержащего газа, поступающего на смешение с потоком сырья.

Таким образом, целью блока для блока гидроочистки является минимальное содержание сернистых соединений в гидрогенизате, которое достигается подбором управляющих воздействий (температура в реакторе, подача водородосодержащего газа, температура верха отпарной колонны), в зависимости от возмущающих факторов (содержание серы в сырье, загрузка блока).



В свою очередь реакция платформинга проводится в следующем, после гидроочистки, блоке риформинга. Здесь за счет ароматизации гидрогенизата повышается октановое число. На выходе рассматриваемой технологической установки получается высокооктановый базовый компонент бензина – платформат.

Практически возможно вести режим таким образом, чтобы октановое число платформата было близко к 100, однако чрезмерное повышение октанового числа за счет ужесточения режима приводит к уменьшению выхода платформата, а также увеличению выхода газовой головки.

Эксплуатация рассматриваемой технологической установки в заводских условиях показала, что режим необходимо вести таким образом, чтобы обеспечить максимальный выход платформата при выполнении ограничения на октановое число.

Анализ параметров функционирования отдельных технологических аппаратов блока платформинга позволил выделить те из них, которые оказывают наибольшее влияние на выход платформата. Формально, эта зависимость выглядит так:

$$P_{\text{вых}} = f(G_{\text{ген.}}, T_{1 \div 4}^{\text{вх}}, T_{1 \div 4}^{\text{вых}}, d_{\text{ген.}}, d_{\text{пл.}}, O_{\text{чис.}}, T_{\text{к}}^{\text{верх}}),$$

где $G_{\text{ген.}}$ – количество гидрогенизата, поступающего на платформинг; $T_{1 \div 4}^{\text{вх}}$ – температура на входе в реакторы 1 ÷ 4; $T_{1 \div 4}^{\text{вых}}$ – температура на выходе из реакторов 1 ÷ 4; $d_{\text{ген.}}$ – удельный вес гидрогенизата; $d_{\text{пл.}}$ – удельный вес платформата; $O_{\text{чис.}}$ – октановое число платформата; $T_{\text{к}}^{\text{верх}}$ – температура верха отпарной колонны.

Таким образом, исходя из вышеизложенного, для технологической установки риформинга имеем два критерия управления для каждого из составляющих его блоков: I блок – гидроочистка, II блок – платформинг.

При этом связь между этими двумя критериями была бы возможна через активность катализатора, которая зависит от степени очистки гидрогенизата [2]. Однако, в течении небольшого промежутка времени для оперативного управления учет падения активности катализатора практически невозможен ввиду его нечувствительности.

Очень важен тот факт, что достижение вышеуказанных целей управления по каждому блоку должно соответствовать выполнению целого ряда ограничительных условий:

- на количество перерабатываемого сырья для платформинга гидрогенизата:

$$\int_0^T x_r(t) dt \leq b_r,$$

$r = \overline{1, R}$ – тип входного потока;

- на выпуск нецелевых продуктов (сероочищенный бензин, водородосодержащий газ и т.д.):

$$\int_0^T x_k^i(t) dt \leq b_k,$$

$k = \overline{1, K}$ – тип нецелевых продуктов, $i = \overline{1, M}$ – агрегат;

- на выпуск целевого продукта:

$$\int_0^T x_j^i(t) dt \leq b_j,$$

$j = \overline{1, N}$, $i = \overline{1, M}$, j – тип продукта, i – агрегат;

- на качество сырья (фракционный состав), полупродуктов (содержание водорода в водородосодержащем газе), выходных продуктов (для гидроочистки – содержание серы, для риформинга – октановое число):

$$\Phi_z^{\text{imin}} \leq \Phi_z^i \leq \Phi_z^{\text{imax}},$$

$z = \overline{1, L}$ – индексы сырья, полупродуктов и выходных продуктов;

- балансовое ограничение:

$$\sum_r x_r - \sum_j x_j \geq 0,$$

r – тип входного потока, j – тип выходного потока;

- на изменения управляющих (режимных) параметров функционирования отдельных агрегатов:

$$u_g^{\text{imin}} \leq u_g^i \leq u_g^{\text{imax}},$$

i – агрегат, g – параметр.



Следовательно, в целом оптимальное управление технологической установкой каталитического риформинга состоит в том, чтобы выбрать такие управляющие воздействия u_g^i , обеспечивающие оптимальность выбранных критериев: $C_{\text{серн.}}^{\text{вых}} \rightarrow \min$, $P_{\text{вых}} \rightarrow \max$ (для каждого блока технологической установки) при вышеперечисленных ограничениях [3].

Литература:

1. Ибрагимов И.А., Эфендиев И.Р. Методы оптимального управления нефтехимическими технологическими процессами, Теория и применение. – Баку : Элм, 1997.
2. Кирьянов Д.И., Смоликов М.Д., Пашков В.В. Современное состояние процесса каталитического риформинга бензиновых фракций. Опыт производства и промышленной эксплуатации катализаторов риформинга // Российский журнал химии. – 2007. – № 4. – С. 60–68.
3. Khelassi A. Analysis and Assessment of Interaction in Process Control Systems. PhD, University of Nottingham, England, 1991.

References:

1. Ibragimov I.A., Efendiev I.R. Methods of optimal control for petrochemical technological processes, Theory and Application. – Baku : Elm, 1997.
2. Kiryanov D.I., Smolikov M.D., Pashkov V.V. Current state of catalyticreforming process for gasoline fractions. Experience in the production and commercial operation of reforming catalysts // Russian Journal of Chemistry. – 2007. – № 4. – P. 60–68.
3. Khelassi A. Analysis and Assessment of Interaction in Process Control Systems. PhD, University of Nottingham, England, 1991.