

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ВАКУУМНОГО БЛОКА

Н.Н. Магеррамова¹⁾

студентка Азербайджанского Государственного Университета
Нефти и Промышленности, г. Баку, Азербайджан, natiga_m@hotmail.com

Аннотация: в данной статье на основе всестороннего анализа и исследования особенностей сложных процессов, протекающих на установке первичной переработки ЭЛОУ-АВТ рассматриваются вопросы разработки математической постановки задачи оптимизации одного из важных технологических аппаратов исследуемого технологического комплекса – вакуумного блока.

Ключевые слова: первичная переработка, задача оптимизации, математическая постановка, технологический процесс, вероятностный характер.

MATHEMATICAL FORMULATION OF THE PROBLEM FOR THE OPTIMIZING THE FUNCTIONING OF THE VACUUM UNIT

Natiga N. Magarramova¹⁾

the student Azerbaijan State Oil and Industry University (ASOIU), city of
Baku, Azerbaijan, natiga_m@hotmail.com.

Abstract: In this article, on the basis of a comprehensive analysis and study of the peculiarities for the complex processes occurring at the primary processing unit ELOU-AVT, the issues of developing a mathematical formulation of the optimization problem for one of the important technological devices of the investigated technological complex - the vacuum block are considered.

Key words: primary processing, optimization problem, mathematical formulation, technological process, probabilistic nature.

Известно, что на технологическую установку первичной переработки нефти большое влияние оказывает режим работы каждого технологического аппарата исследуемой системы, как в производительности, так и в обеспечении качественных показателей каждого продукта конечного назначения. Поэтому правильнее было бы в вопросе разработки математической постановки задачи оптимизации, математического моделирования вакуумного блока и разработки оптимальной системы управления рассматривать его в целом как установку типа ЭЛОУ-АВТ, состоящего из большого количества различных аппаратов, соединенных между собой различными технологическими и сложными взаимосвязями, а также как сложную и смешанную технологическую систему [1, 2].

Уже во всем мире, в связи с отсутствием технических условий и методов эксплуатационного контроля в промышленных условиях показатели качества светлых нефтепродуктов определяются традиционными методами, т. е. только в заводских условиях. Однако анализ установки типа ЭЛОУ-АВТ, одного из крупнотоннажных технологических процессов первичной переработки нефти, эксплуатируемой на нефтеперерабатывающем заводе, показывает, что даже после ее модернизации количество сырой нефти, подаваемой на эти установки на переработку, и ее качественные показатели изменяются в очень широких пределах по случайным закономерностям.

В связи с вышеуказанными обстоятельствами, существующие локальные системы контроля и стабилизации режимных параметров основных аппаратов, построенные по одноконтурному принципу, не могут обеспечить получение необходимых технико-экономических показателей. Поэтому, как итог опыта реальной эксплуатации в производственных условиях технологического комплекса ЭЛОУ-АВТ, осуществляющего первичную переработку нефти, можно сделать вывод о том, что более правильным и целесообразным является подход к исследованию и изучению сложных технологических систем данного типа как объектов управления, функционирующих в условиях неопределенности (стохастической информации) [3].

Поэтому разработка сложных математических моделей, математической постановки задачи оптимизации с учетом стохастических свойств координат состояния, разработка алгоритма численного решения задачи стохастического программирования и синтез режимных координат регулятора для многоуровневой системы управления технологическим комплексом первичной переработки нефти на уровне автоматического регулирования является актуальной задачей как с научной, так и с экономической точки зрения [4].

С учетом указанных специфических особенностей, предложен ряд математических моделей и метод оптимизации стохастического режима на уровне оперативного управления. Для физически обоснованной математической формулировки задачи оптимального управления вакуумным блоком технологической установки типа ЭЛОУ-АВТ непосредственно воспользуемся общей упрощенной принципиальной структурной схемой установки первичной переработки типа ЭЛОУ-АВТ (рис. 1). Эта структура состоит из четырех основных блоков, перечисленных ниже:

- I блок – ректификационная колонна К-1;
- II блок - ректификационная (атмосферная) колонна К-2;
- III блок - ректификационная (вакуумная) колонна К-10;
- IV блок – стабилизационная колонна К-8 и ректификационные колонны К-3 и К-4.

Ниже, на рис. 2, показана обобщенная топологическая схема технологической установки типа ЭЛОУ-АВТ. Прежде чем дать математическую постановку задачи оптимизации рассматриваемого технологического комплекса, представим математические модели,

характеризующие количественные и качественные параметры выходных фракций, в виде:

$$\bar{y}_k = f_k(x, \rho, u_q) + \xi_k, \quad q = \overline{1, r}, \quad k = \overline{1, l} \quad (1)$$

$$\bar{v}_k = g_k(x, \rho, u_q) + \xi'_k, \quad i = \overline{1, m}, \quad k = \overline{1, l} \quad (2)$$

Здесь y_k и v_k - соответственно расход и показатели качества в соответствии с фракциями нефти, x - это расход сырой нефти, подаваемой на установку для переработки, ρ - показатель качества (удельный вес) сырой нефти, u_q - управляющие параметры в ректификационных колоннах (температура, давление, уровень и т.д. в разных точках), а ξ_k и ξ'_k - это случайные величины, характеризующие погрешности, средние оценки которых равны нулю.

Из выражений (1) и (2) видно, что y_k и v_k функции определяются с определенными погрешностями, а следовательно, $f_k(x, \rho, u_q)$ и $g_k(x, \rho, u_q)$ средние значения функций вычисляются с помощью регрессионной зависимости. В связи с этим решение задачи оптимизации на основе средних показателей целевых нефтепродуктов нельзя считать корректным, такой подход может привести к значительным потерям.

Ограничения по качественным показателям для любой фракции нефти, произведенной на технологическом объекте первичной переработки нефти (исходя из конкретных технических условий и стандартов), могут быть записаны в следующей математической форме:

$$\underline{b}_{ik} \leq v_{ik} = g_{ik}(x, \rho, u_q, \xi'_k) \leq \bar{b}_{ik}, \quad i = \overline{1, m}, \quad 1 \leq q \leq r, \quad k = \overline{1, l}. \quad (3)$$

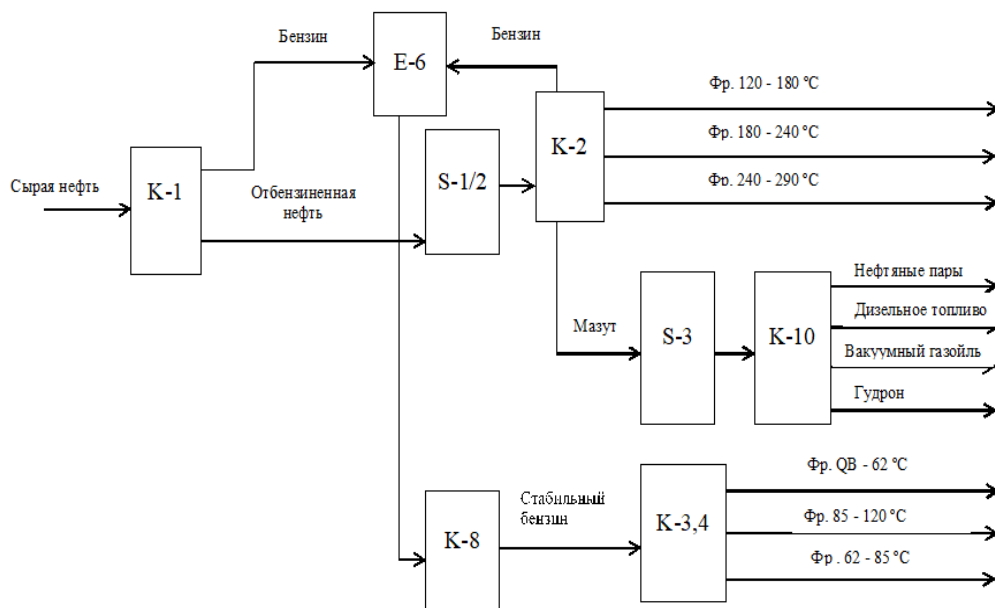


Рис. 1. Принципиальная схема технологической установки типа ЭЛОУ-АВТ

Здесь \underline{b}_{ik} и \overline{b}_{ik} - показатели качества светлых нефтепродуктов, характеризующие допустимые экстремальные значения. Все это обуславливает вероятностный характер функциональных ограничений, накладываемых на показатели качества светлых нефтепродуктов целевого назначения. Тогда можно написать, что

$$P(v_{ik}) \geq \alpha_i, \quad i=\overline{1,m} \quad (4)$$

$$0 \leq \alpha_i \leq 1.$$

Значения ограничений по количеству и качеству светлых нефтепродуктов и возможность их выполнения определяются оператором-технологом в соответствии с регламентом рассматриваемого технологического процесса.

Каждая светлая нефтяная фракция, производимая на исследуемом технологическом объекте, должна быть не меньше потенциального значения входящей в состав густой сырой нефти, то есть:

$$y_k = f_{cp.k}(x, \rho, u_q, \xi_k) \geq Q_k, \quad q=\overline{1,r}, k=\overline{1,l}. \quad (5)$$

Из-за наличия в выражениях (3) и (5) случайных величин ξ_k и ξ'_i , очевидно, изменения x и ρ параметров также будут случайными величинами. А это значит, что обеспечение указанных выше условий ограничения может быть обеспечено с определенной вероятностью.

Таким образом, в вопросе оптимизации режимов установки первичной переработки нефти в рамках регламента, характеризующего любой технологический режим работы исследуемой установки и устанавливаемого при любом значении ее параметров x и ρ , требуется рассчитывать значения управлений u_q таким образом, чтобы качественные параметры получаемого целевого нефтепродукта обеспечивались с предопределенной вероятностью P_0 , но их количество не должно быть близко к минимальному количеству (пределу) потенциального значения Q_k на сырую нефть, поступающую на установку:

$$P(y_k \geq Q_k, v_{ik} \in B_{ik}, i=\overline{1,m}, k=\overline{1,l}) \geq P_0 \quad (6)$$

$$y_k \geq Q_k, k=\overline{1,l}, P(v_{ik} \in B_{ik}, i=\overline{1,m}, k=\overline{1,l}, \underline{b}_{ik}, \overline{b}_{ik} \in B_{ik}) \geq 0.94 \quad (7)$$

Здесь, B_{ik} - ряд оценок качественных показателей нефтяных фракций.

В этом случае, в качестве критерия в задаче оптимизации можно использовать максимизацию математического ожидания прибыли, получаемой от целевых светлых фракций:

$$\Phi = \max E\{\sum c_k y_k - S\}, \quad (8)$$

Где $E(\cdot)$ - это математическое ожидание, S – постоянная, которая характеризует затраты сырья и энергии на установку первичной переработки нефти, c_k - цена на единицу k -го типа светлого нефтепродукта по назначению.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что задачу оптимизации (1) ÷ (8) по своей природе можно считать задачей нелинейного стохастического программирования. Для решения данной задачи принято предварительное решение о том, что ограничительные условия потоков детерминированы, а ограничения, характеризующие качественные параметры получаемых целевых нефтепродуктов, носят вероятностный характер. Кроме того, анализ полученных экспериментальных результатов показывает, что участвующие в рассматриваемом процессе $y_k, k=\overline{1, l}, v_{ik}, i=\overline{1, m}$, подчиняются нормальному закону распределения.

Список использованных источников:

1. Parks P.S., Scaufelberger W., Schimid Chr., Unbenhauen H. Application of adaptive control systems. Methods and application in adaptive control, berl.

Heudelb., N.Y.: Spring – Verlag, 2005, pp. 181-193.

2. 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.

3. Kumar P.R. A survey of some results on Stochastic adaptive control. SIAM J. Control and Optimal, 2010. V. 23. №3, pp. 329-380.

4. Меликов Э.А. Задача оптимального управления технологическим процессом первичной переработки нефти. Материалы Международной научно-практической конференции “НЕФТЕГАЗОПЕРЕРАБОТКА-2011”, Уфа-2011, С. 261-262.