

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ ДЕЭТАНИЗАТОРА

Ташкентский государственный технический университет,

соискатель Айтбаев Жанибек Алибекович

Аннотация: В данной статье рассматривается задача оптимального управления ректификационной колонной на основе принципа максимума Понтрягина. На основе предложенного комплекса математических моделей и разработанного алгоритма управления строится система управления, обеспечивающая управление технологическим комплексом переработки газа в оптимальном режиме.

Ключевые слова: ректификационная колонна, задача оптимального управления, система управления.

MATHEMATICAL MODELING OF A DEETHANIZER RECTIFICATION COLUMN

Tashkent State Technical University, Independent researcher

Aytbaev Janibek Alibekovich

Abstract: This article considers the problem of optimal control of a distillation column based on the Pontryagin maximum principle. On the basis of the proposed complex of mathematical models and the developed control algorithm, a control system is built that ensures the control of the technological complex of gas processing in the optimal mode.

Key words: distillation column, optimal control problem, control system.

DEETANIZATOR REKTIFIKATSIYA USTUNINI MATEMATIK MODELLASH

Аннотасија: Ushbu maqolada Pontryagin maksimal printsipi asosida distillash ustunini optimal boshqarish muammosi ko'rib chiqiladi. Taklif etilayotgan matematik modellar majmuasi va ishlab chiqilgan boshqaruv algoritmi asosida gazni qayta ishlash texnologik kompleksini optimal rejimda boshqarishni ta'minlaydigan boshqaruv tizimi quriladi.

Калит со'злар: distillash ustuni, optimal boshqaruv muammosi, boshqaruv tizimi.

В настоящее время, ввиду непрерывного роста спроса на топливные и энергетические ресурсы, повышение их экономической эффективности путем улучшения глубины переработки, повышения качественных показателей получаемых целевых газопродуктов, снижения суммарных расходов на переработку сырья и промежуточных продуктов в технологических аппаратах, осуществляющих переработку газа является важным и актуальным вопросом развития экономики [1].

Для ректификационной колонны деэтанизатора, считающегося одной из основных технологических аппаратов комплекса, был рассмотрена задача оптимального управления ею и построения оптимальной автоматической системы управления, основанной на методе максимума Понтрягина. Как известно, ректификационная колонна деэтанизатора является сложным объектом управления с позиции многомерных координат как входа, так и управления, а также управленческих.

Исследования, проведенные в этом комплексе показали, что показатели качества, характеризуемые температурой такой целевой продукт производимых в ректификационной колонне деэтанизатора, как этан отличаются от возможной выпускаемой нормы на $5\div 10$ °С, что с позиции показателей качества, свидетельствует о том, что производство целевых

продуктов, непокрывающих спрос, осуществляется в условиях значительных расходов энергии.

Для решение задачи исследователи разработали математическая модель ректификационной колонны. Чтобы обеспечить стабилизацию оптимальных рабочих режимов, определенных на уровне оптимального управления они использовали принцип максимума Л.С. Понтрягина.

$$X = Ax + Bu, \quad Y = Cx \quad (1.1)$$

здесь, $X = \{x_1, x_2, x_3, \}$ - характеризует вектор состояния,

$U = \{u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, \}$ - вектор параметров управления,

$Y = \{y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, \}$ - вектор выхода.

Учитывая дефицит информации касательно ректификационной колонны деэтанатора, для решения задачи проектирования локальной автоматической системы регулирования, способного обеспечить стабилизацию оптимальных рабочих режимов, определенных на уровне оперативного управления использован принцип максимума Л.С. Понтрягина.

Для упрощения примем математическую модель (1.1) ректификационной колонны деэтанатора в виде:

$$X(t) = f(x(t), u(t)), \quad (1.2)$$

Допустим, что начальное условие $x(0) = x_0$ и $x \in \Omega$ характеризует вектор состояния, а $u \in U$ вектор параметров управления. f же, в зависимости от требуемой точности, может представляться в виде линейных и нелинейных зависимостей.

В рассматриваемом случае сущность задачи оптимального управления посредством управляющих воздействий можно выразить следующим образом: в ректификационной колонне деэтанатора в каждый момент времени t необходимо так варьировать значениями векторов параметров управления, при котором J , рассматриваемый как критерий управления, характеризующий эффективность режимов переходных процессов параметров настройки регулятора в период управления получил бы свое минимальное значение. То есть,

$$J = \int_0^T L(x(t), u(t)) dt \rightarrow \min, \quad (1.3)$$

где T – характеризует период управления.

Для решения поставленной задачи оптимального управления согласно принципу максимума, функция Гамильтона представляется в нижеследующем виде:

$$H(x, u, \psi) = L[x(t), u(t)] + \psi^T(t) \cdot f[x(t), u(t)] \quad (1.4)$$

и требуется такое определение $u = h(x, \psi)$, чтобы он обеспечил свой максимум функции $H(x, u, \psi)$ в интервале $0 \leq t \leq T$. Если $u = h(x, \psi)$, подставить в (1.4), получили следующие:

$$H'(x, \psi) = H[x, h(x, \psi), \psi] \quad (1.5)$$

Далее, решая дифференциальные уравнения в $2n$ количестве, получим нижеследующее:

$$x(t) = \frac{dH'}{d\psi}, \quad x(0) = x_0 \quad (1.6)$$

$$\psi(t) = -\frac{dH'}{dx}, \quad \psi(T) = \frac{dF}{dx} \Big|_{x(T)} \quad (1.7)$$

Подытоживая стратегию оптимального управления определили ее следующим образом:

$$u'(t) = h[x'(t), \psi'(t)] \quad (1.8)$$

Далее, разработанный алгоритм оптимального управления, объединяет в своем составе следующие этапы.

Согласно выражению (1.8) рассчитываются значения вектора выходного сигнала, который будет генерировать регулятор на основе рассчитанных оптимальных значений параметров настройки [2,3].

Управление рассматриваемой установкой в условиях традиционной системы управления при диапазоне изменения температуры начала кипения этана $38 \div 60$ °С, температуры 50%-го кипения $1 \div 121$ °С, температуры конца кипения же $173 \div 190$ °С результаты решения данной задачи в синтезированном оптимальном регуляторе соответственно были $52 \div 57$ °С, $110 \div 114$ °С и $175 \div 180$ °С. Сравнительный анализ регулятора, для которого был осуществлен

оптимальный синтез, с действующей системой регулирования процесса нефтепереработки в ректификационной колонне деэтанатора, свидетельствует о том, что в первом случае по сравнению со вторым отклонение показателей качества, характеризующихся температурой кипения нефтяных фракций от своих оптимальных значений в среднем уменьшилось в 2÷2,5 раза. А это, в свою очередь, способствует снижению энергетических расходов на переработку на 5÷7[4].

Список литературы

1. Ибрагимов И.А., Эфендиев И.Р. Методы оптимального управления нефтехимическими технологическими процессами // Теория и применение. – Баку: Элм, 1997. – С. 235-237.
2. Malikov E.A., Xanbutayeva N.A. Algorithm optimization static rejimes installation of primary oil refining, National Science Review // Chinese Academy of Sciences. Oxford University Press. – Chine, 2017. - Issue 4 (2), Volume 4. - P. 1459-1466.
3. Горовенко Л.А. Математические методы компьютерного моделирования физических процессов// Международный журнал экспериментального образования. Пенза: ИД «Академия естествознания», 2017. □ №2. □ с. 92□93.
4. Шарнов А.И. ВЗАИМОСВЯЗЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ПРАВОВЫХ ПРОБЛЕМ В НЕФТЕГАЗОВОМ КОМПЛЕКСЕ РФ // Наука и технологии в нефтегазовом деле Тезисы докладов Международной научно-практической конференции, посвященная 100-летию Кубанского государственного технологического университета и 25-летию кафедры машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов Армавирского механико-технологического института. 2018. С. 226-228.