

Галимов Динар Миндуллович,

студент магистратуры 2 курса;

Мухарметов Марсель Флоридович,

студент магистратуры 2 курса;

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,

г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия

О МОДЕЛИРОВАНИИ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Задачи моделирования и оптимизации технологических схем и рабочих режимов химико-технологических установок являются актуальными, поскольку нефтехимической технологии процессы теплопередачи и разделения многокомпонентных смесей являются энергоёмкими и определяющими. В информационной системе был применен модифицированный метод релаксации, так как он является наиболее устойчивым, обеспечивает сходимость решения.

Ключевые слова: моделирование, оптимизация, метод релаксации, итерационный процесс, свойства, углеводороды, расчет.

Dinar M. Galimov,

second year student of magistracy;

Marsel F. Mukharmetov,

second year student of magistracy,

Ufa State Petroleum Technological University,

Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia

ON MODELING OF CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTALLATIONS

The tasks of modeling and optimization of technological schemes and operating modes of chemical-technological plants are actual, since petrochemical technology processes of heat transfer and separation of multicomponent mixtures are energy-intensive and determinative. In the information system, the modified relaxation method was applied, since it is the most stable, ensures the convergence of the solution.

Keywords: modeling, optimization, relaxation method, iterative process, properties, hydrocarbons, calculation.

В химической технологии процессы теплопередачи и разделения многокомпонентных смесей являются одними из самых энергоёмких и

определяющих. Поэтому задачи моделирования и оптимизации технологических схем и рабочих режимов химико-технологических установок являются актуальными.

При математическом моделировании сложных ректификационных колонн со многими вводами и выводами возникает проблема обеспечения сходимости решения. Наиболее устойчивым является модифицированный метод релаксации [1; 2]. Данный метод основан на минимизации невязки теплового баланса тарелки с одновременным расчетом уравнения однократного испарения смеси. Устойчивое решение удаётся осуществить при представлении данных уравнений системой нелинейных уравнений, которая решается методом Ньютона-Рафсона с определением соответствующей матрицы Якоби:

$$\left. \begin{aligned} f_1 &= \frac{L_j \sum_{i=1}^n x_{ji} \cdot h_i(T_j) + V_j \sum_{i=1}^n y_{ji} \cdot H_i(T_j)}{H_0} - 1 = 0, \\ f_2 &= \sum_{i=1}^n \frac{z_{ji} \cdot (K_i(T_j) - 1)}{1 + e_j \cdot (K_i(T_j) - 1)} = 0, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где e – доля отгона;

L, V – мольные потоки жидкости и пара;

K – константа фазового равновесия;

h, H – энтальпии жидкого и парового потоков;

H_0 – тепло, введенное на тарелку потоками;

z – состав смеси потоков; $x,$

y – мольная доля компонента в жидкой и паровой фазах;

n – число компонентов;

j – индекс ступени контакта.

Большие трудности в расчетах возникают при наличии третьей фазы – слоя воды [3; 4]. В этом случае равновесный водяной пар находится в насыщенном состоянии и в расчетах давление P принимается меньшим

давления на ступени контакта на величину упругости водяного пара P_z . В условиях перегрева водяного пара расчетное давление принимается равным давлению на ступени P_0 .

Расчет ступени контакта при температурах, близких к температуре перехода водяного пара из насыщенного состояния в перегретое, бывает затруднен, а расчёт колонны может вовсе и не сойтись. Причина в том, что на одной итерации расчетное давление принимается равным $P_0 - P_z$, на другой P_0 и т.д. В таком случае предпочтительно определять P , соответствующее условию насыщения водяного пара, с учётом его значений на предыдущих итерациях, также соответствующих условиям насыщения водяного пара. Причем из-за большого различия значений P_z соседних итераций нужно применять итерационную процедуру, удовлетворяющую определенным условиям сходимости.

Показано [5, с. 303], что итерационный процесс определяется уравнением:

$$P^{(k+1)} = P^{(k)} + \Delta P^{(k)}, \quad (2)$$

где k – номер итерации.

Величина $\Delta P^{(k)}$ определяется следующим образом:

$$\Delta P^{(k)} = q(P_0 - P_z^{(k)} - P^{(k)}). \quad (3)$$

Условием сходимости итерационного процесса является $0 < q < 1$.

Проведённые расчёты колонн стабилизации газового конденсата и подготовки нефти на промыслах, работающих с большим содержанием воды в исходной смеси, показали хорошую сходимость рассматриваемого алгоритма.

Нами разработан пакет прикладных программ первой очереди информационной системы процессов первичной переработки нефти на основе рассмотренных алгоритмов и принципов, изложенных в работе [6]. Он включает в себя блоки генерации расчётной схемы технологической установки, расчёта физико-химических и теплофизических свойства веществ,

моделирования узлов теплообмена и фракционирования углеводородной смеси, анализа химико-технологической схемы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Умергалин Т.Г., Умергалина Т.В. Расчет тепло-массообмена ступени контакта многокомпонентной смеси // Башкирский химический журнал. – 2016. – Т. 23. – № 2. – С. 41-43.*
- 2. Умергалин Т.Г. Процесс совмещенной многоступенчатой конденсации и испарения смеси. – Уфа: Башкирское книжное издательство, 1991. – 150 с.*
- 3. Ухалова Н.Б., Латюк В.И., Умергалин Т.Г. Влияние воды на эффективность процессов фракционирования газа и газоконденсата / Теория и практика массообменных процессов химической технологии (Марушкинские чтения). – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2001. – С. 151-152.*
- 4. Каеем Д.Х., Умергалин Т.Г., Захаров В.П., Шевляков Ф.Б. Аппарат однократной абсорбции высококипящих компонентов из попутного нефтяного газа // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2009. – № 1. – С. 32-34.*
- 5. Умергалин Т.Г. О сходимости расчета процесса ректификации в присутствии насыщенного водяного пара // Теоретические основы химической технологии. – 1991. – Т. 25. – № 2. – С. 302-305.*
- 6. Умергалин Т.Г., Исакова З.М. Компьютерное моделирование и оптимизация производственных технологических установок // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2005. – № 1 (45). – С. 43-44.*