

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВАКУУМНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ С ПОМОЩЬЮ СЕТЕЙ ПЕТРИ

У. Умбетов¹, Б.М. Дуйсекеева

¹ доктор технических наук, профессор

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, Казахстан

Аннотация. На основе сетей Петри разработаны модели базовых вариантов технологического процесса вакуумной переработки нефти. Составлено операторская схема вакуумной переработки нефти. Определены области использования методологии сетей Петри при моделировании вакуумной переработки нефти.

Ключевые слова: вакуумная переработка нефти, сети Петри, имитационное моделирование, технологическая схема

В данной работе рассмотрена модель базовых вариантов технологического процесса вакуумной переработки нефти на основе сетей Петри, операторская схема вакуумной переработки, анализ входных и выходных данных вакуумной переработки.

Республика Казахстан богата природными углеводородными ресурсами, в том числе нефтью, газами и углем. По их запасам и объему производства наше государство находится в числе 10-12-ти стран мира, добывающих их в большом объеме. Переработка нефти в стране ведется на 3-х нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ). Динамика изменения объема добычи и переработки нефти за последние 20 лет в РК показана ниже на рисунке 1.

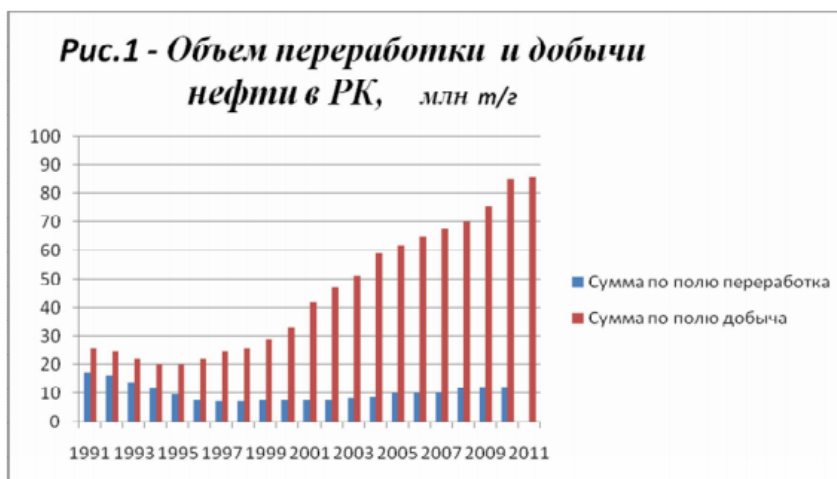


Рис.1.

Из этих данных следует, что объемы нефтепереработки в нашей республике за последние годы заметно снизились и составляют около 10% от количества добываемой нефти в стране. Нам кажется, общим недостатком в работе всех наших НПЗ является то, что все они недогружены по исходному сырью нефти до первоначальной проектной мощности и работа не автоматизированна. В Казахстане работает 3 НПЗ: Атырауский НПЗ, ПетроКазахстан Ойл Продактс и Павлодарский НПЗ и их основная работа заключается перегонки нефти, то есть физическое разделение нефти на фракций. Различают первичную и вторичную переработку нефти. При первичной переработке из нефти удаляют соли и воду. Эффективное обессоливание позволяет уменьшить коррозию оборудования, предотвратить разрушение катализаторов, улучшить качество нефтепродуктов. Затем в атмосферных или вакуумно-атмосферных ректификационных колоннах нефть разделяется на фракции. Их используют как готовую продукцию, например низкооктановые бензины, дизельное топливо, керосин, или направляют на последующую переработку. Вторичная переработка нефти обеспечивает химическое превращение, вплоть до деструкции молекул, полученных при первичной переработке фракций (дистиллятов) в целях увеличения содержания в них углеводородов определенного типа. На рисунке 2 показано первичная обработка нефти:

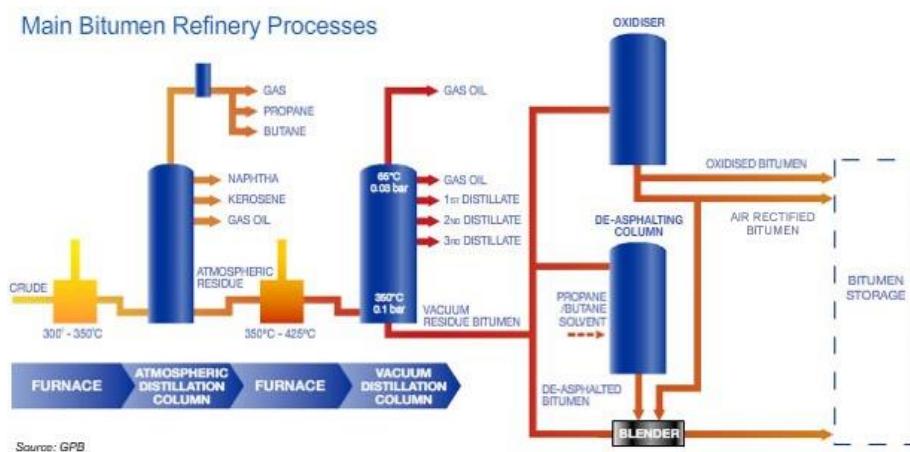


Рис. 2. Первичная обработка нефти.

Из выше указанного рисунка мы видим, что первичная переработка нефти сложный технологический процесс, полностью описать всю систему в одну операторскую схему не возможно. И один из примеров описание операторской схемы мы выбрали вакуумную переработку нефти.

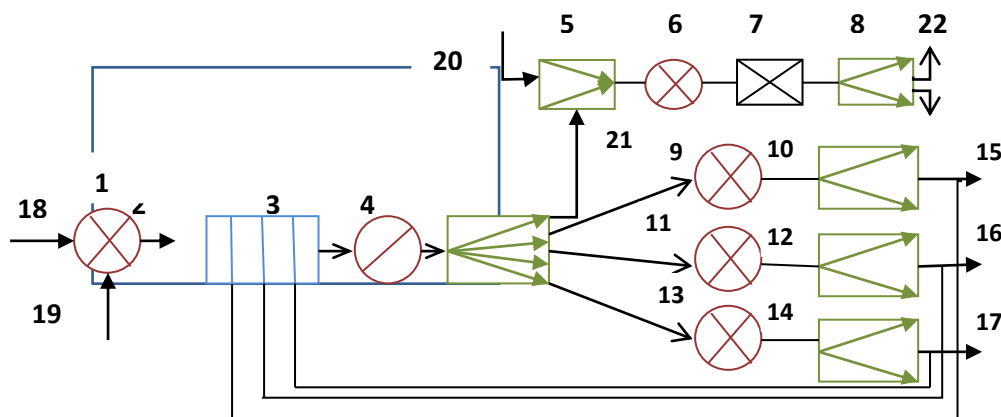


Рис 3. Операторская схема вакуумной переработки нефти

Обозначение: 1, 6, 9, 11, 13- нагревание или охлаждение, 2-межфазный массообмен, 3-изменение агрегатного состояния, 4,8,10,12,14-разделение, 5-объединение, 7- химическое приобразование, 8- разделение, 18-мазут, 19-тепло, 15- легкий газойль 16-вакуумной газойль, 17-гудрон, 20-водяной пар, 21-легкий газ и нефть, 22-водяной пар, 23- конденсат(нефть и вода)

Из операторской схемы вакуумной переработки нефти можно увидеть что процессы протекают в сложных химико-технологических системах, которые представляют собой совокупность аппаратов и машин, объединенных в единый производственный комплекс для выпуска продукции и основной метод исследования технологических процессов– математическое моделирование, которая поможет разработать математическое описание и модели технологических процессов и их применения для расчета и оптимизации всей системы переработки нефти. Подготовка сырья, последовательное включение реакторов, печи, теплообменников, тарелок колонны, конденсаторов, холодильников влияет на повышения выхода целевого продукта. Для уменьшения необратимых потерь в ходе процесса и описание самого процесса можно использовать методологию имитационного моделирования. Одним из перспективных вариантов формального описания и анализа имитационных моделей является использование методологии сетей Петри. [2]

Теория сетей Петри является математическим аппаратом, предназначенным для работы с параллельными и асинхронными системами, к которым относятся нефтеперерабатывающие заводы.

В соответствии по определению сетью Петри Π является совокупность объектов $\Pi = \langle P, T, I, O, \mu \rangle$ где $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ - конечное множество позиций. $T = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$ - конечное множество переходов; I - входная функция переходов; O - выходная функция переходов; μ - вектор маркировки сети Петри. [3]

Графический сеть Петри создается как двудольный граф, состоящий из вершин двух типов – позиций и переходов, которые соединены непосредственно. В позициях могут размещаться метки(маркеры), способные перемещаться по сети.

Моделирование в Сети Петри осуществляется на событийном уровне. Переходы отображают действия, происходящие в системе, а позиции- состояния, предшествующие этим действиям, и состояния, принимаемые системой после выполнения действия. Таким образом, модель сети Петри служит для отображения и анализа

причинно-следственных связей в системе. Анализ результатов моделирования позволяет определить, в каких состояниях пребывала система. На рисунке 4 показано симуляция программы Petri.net, где можно описать всю систему вакуумной переработки нефти.

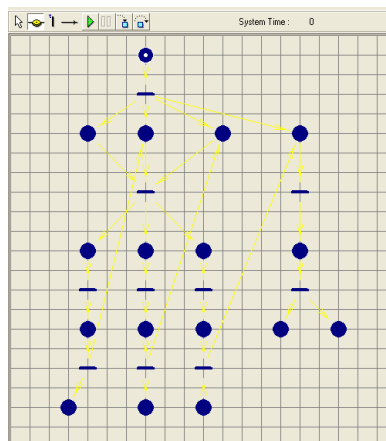


Рис 4. Симуляция вакуумной переработки нефти

На основании алгоритмов, разработанных в [3], построены соответствующие модели технологического процесса модель вакуумной переработки нефти реализованная в сети Петри содержит 17 позиций и 10 переходов.

$$P = \{p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6, p_7, p_8, p_9, p_{10}, p_{11}, p_{12}, p_{13}, p_{14}, p_{15}, p_{16}, p_{17}\}$$

$$T = \{t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, t_7, t_8, t_9, t_{10}\}$$

Элементами множества переходов Р являются следующие события: P_1 – поступление мазута в печь, P_2, P_3, P_4 – поступление на вакуум, тарелки, P_6, P_7, P_8 – поступление на теплообменники, P_9, P_{10}, P_{11} – поступление на холодильник, P_5 – поступление газа и воды, нефти в тарелку, P_{12} – поступление и смешивание в холодильнике, P_{13} – поступление газа, P_{14} – поступление нефти, P_{15}, P_{16}, P_{17} – поступление на отстойники разные жидкости. Элементами множества позиций Т являются технологические операции: t_1 – мазут обрабатывается в вакууме, по температуре делится на тарелки, t_2 – орошение, t_3, t_4, t_5 – обработка в теплообменнике, t_6, t_7, t_8 – охлаждение в холодильнике и деление на гудрон, широкий газойль, соляр, t_9 – смешивание смеси, t_{10} – охлаждение и деление смеси

Входная и выходная функции переходов I и O имеют следующий вид:

| | t1 | t2 | t3 | t4 | t5 | t6 | t7 | t8 | t9 | t10 | | t1 | t2 | t3 | t4 | t5 | t6 | t7 | t8 | t9 | t10 |
|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| I= | p1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | O= | p1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | p2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | p2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | p3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | p3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | p4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | p4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| | p5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | | p5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| | p6 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | p6 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | p7 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | p7 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | p8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | p8 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | p9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | | p9 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | p10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | | p10 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | p11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | | p11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | p12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | | p12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| | p13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | p13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | p14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | p14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | p15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | p15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

P16 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
P17 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

p16 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0
p17 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0

Использование приведенных выше имитационное моделирование Сетей Петри наглядно отображает моделируемый процесс, что существенно облегчает процесс разработки и отладки модели и помогает оценить время обработки нефти и его последовательность действий. При исследовании имитационной модели мы можем оценить факторы влияния нефти и улучшения процесса обработки нефти.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Питерсон, Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем: Пер. с англ. / Дж. Питерсон. - М.: Мир, 1984. - 264 с.
2. Агабеков, В. Е., Косяков, В. К. Нефть и газ. Технологии и продукты переработки. / В. Е. Агабеков, В. К. Косяков. Учебное пособие -Феникс, 2014
3. Котов, В. Е. Сети Петри. / В. Е. Котов. - М.: Главная редакция физико-математической литературы, 1984. - 160 с.
4. Лескин, А. А. Сети Петри в моделировании и управлении / А. А. Лескин, П.А. Мальцев, Спиридонов А.М. - Л.: Наука, 1989. - 133 с.

Материал поступил в редакцию 18.11.14.

SIMULATION OF VACUUM OIL REFINING WITH PETRI NETS

U. Umbetov¹, B.M. Duysekeeva

¹ Doctor of Technical Sciences, Professor

Taraz State University named after M.H. Dulati., Kazakhstan

Abstract. *The models of basic versions of technological process of vacuum oil refinery are developed on the basis of Petri nets. The operator scheme of vacuum oil refining is compiled. The area of usage of Petri net methodology in modeling vacuum refining is identified.*

Keywords: *vacuum oil refinery, Petri net, technological scheme, simulation.*