

Д. С. Сидоров, А. А. Хоменко, Д. А. Рыжов

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ*Ключевые слова: Chemcad, моделирование, углеводородное сырье.**В данной статье рассматривается вопрос расчета нефтеперерабатывающего оборудования на примере моделирования ГФУ в прикладном пакете Chemcad.**Keywords: Chemcad, modeling, raw hydrocarbons.**This article considers the problem of oil-refining equipment analysis by the example of gas-fractionation plant modeling by ChemCad application software.*

На сегодняшний день нефть является одним из важнейших видов сырья. Большое количество веществ и материалов, получаемых из нее и ее продуктов, делают нефтеперерабатывающую отрасль одной из ведущих среди других отраслей народного хозяйства. Нарастание объемов производства в свете все увеличивающихся потребностей в нефтепродуктах предполагает разработку и внедрение, как нового разнотипного оборудования, так и методов его расчета.

Если всего несколько десятилетий назад главенствовал ручной расчет, то в настоящее время ситуация кардинально изменилась в сторону универсальных инструментов. Большая трудоемкость и длительность ручного расчета, предполагавшего обращение ко многим разнообразным книжным и энциклопедическим источникам и формулам, делало его достаточно тяжеловесным и неудобным инструментом. Поэтому настоящим прорывом стало развитие различных программных средств, позволяющих быстро и с достаточной точностью моделировать различные технологические процессы и одновременно производить расчет задействованного в них сложного разнотипного оборудования. В связи с этим практически все конструкторские и научно-исследовательские учреждения на сегодняшний день прибегают в своей работе к универсальным моделирующим программам, среди которых можно выделить такие, как Chemcad, Aspen HYSYS, PRO II и пр. Выбор того или иного программного продукта зависит от специфики описываемого процесса, стоящих перед исследователем задач, а также опытом его использования.

В данной статье рассмотрим возможности прикладного пакета Chemcad на примере моделирования газофракционирующей установки Волгоградской НПЗ. Целью этой работы является построение математической модели процессов разделения углеводородного сырья на фракции. Предполагалось в ходе моделирования произвести расчет материальных балансов веществ на входе и выходе установки и сравнить его с имеющимися данными, применяемыми на Волгоградской НПЗ [2].

Рассматриваемая установка (рис.1) состоит из шести ректификационных колонн, холодильников и насосов. Легкая фракция отводится через верх колонны, а тяжелая подается на вход следующей по ходу технологического процесса колонны.

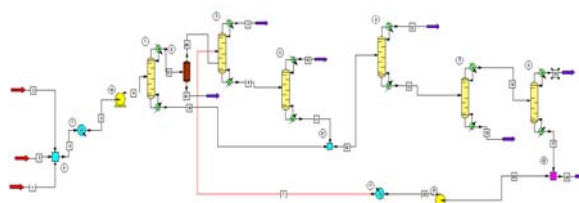


Рис. 1 - Принципиальная схема газофракционирующей установки волгоградской НПЗ

На входе установки имеем три потока (жирный газ с установки прямой перегонки нефти, головка стабилизации с установки прямой перегонки нефти, головка стабилизации с установки каталитического риформинга) с температурой 60 °С и давлением 1.4 МПа. На выходе колонн получаем метановую, этановую, пропановую, изобутановую фракции, фракцию нормального бутана и газовый бензин.

Для создания математической модели выбран программный пакет Chemcad. На начальном этапе с помощью встроенных блоков построили аналоговую схему описываемой ГФУ. Из предложенной программой библиотеки стандартных элементов выберем соответствующую модель ректификационных колонн. Наиболее подходящей для нашего случая является модель SCDS column. Она позволяет провести расчет колонны по одному и более известным параметрам: флегмовому числу, температуре куба, массовой доле компонента и пр. Затем задаем компоненты и их параметры (температуру, давление, расход) каждого потока схемы. По завершении графического построения и задания основных параметров осуществляем выбор системы единиц измерения (в нашем случае это модифицированная система СИ – Alt SI) и метода расчета: среди возможных вариантов (SRK, ESSO, Henry's law и т.д.) отдаем предпочтение методу Peng-Robinson, поскольку именно он в лучшей степени подходит для расчета потоков углеводородных компонентов и дает достаточно точные результаты.

Полученные результаты расчета и заводские данные приведены в таблице 1.

Как видно из таблицы, расчетные и заводские данные сопоставимы и имеют относительную

погрешность в пределах 2,3%. Так, к примеру, погрешность расчета по метановой фракции (CH₄) составляет 0,01%, для пропановой фракции (C₃H₈) она равна 0,3%, а для фракции нормального бутана - 2,3%. Все эти значения свидетельствует о приемлемой точности применяемой методики. Таким образом, программный пакет ChemCad позволяет реализовывать моделирование

технологических процессов переработки углеводородных продуктов и получать результаты, максимально приближенные к экспериментальным, что, в свою очередь, делает возможным прогнозировать течение процессов, учитывая их особенности, и производить расчет задействованного в них оборудования.

Таблица 1 - Углеводородный состав выходных материальных потоков газодифракционной установки

| № п/п | Потоки | Состав, % масс | | | | | | | | | |
|------------------|----------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| | | H ₂ S | CO ₂ | CH ₄ | C ₂ H ₆ | C ₃ H ₈ | iC ₄ H ₁₀ | nC ₄ H ₁₀ | iC ₅ H ₁₂ | nC ₅ H ₁₂ | C ₆ H ₁₄ |
| Заводские данные | | | | | | | | | | | |
| 1 | Метановая фракция | - | - | 73,40 | 26,60 | | | | | | |
| 2 | Этановая фракция | - | - | 0,2 | 96,00 | 3,8 | | | | | |
| 3 | Пропановая фракция | - | - | - | 1,89 | 95,16 | 1,3 | 1,65 | | | |
| 4 | Фракция изобутана | - | - | - | - | 2,12 | 96,1 | 1,78 | | | |
| 5 | Фракция нормального бутана | - | - | - | - | - | 2,37 | 96,3 | 0,85 | 0,48 | |
| 6 | Газовый бензин | - | - | - | - | - | - | 2,56 | 44,12 | 51,01 | 2,31 |
| Расчетные данные | | | | | | | | | | | |
| 1 | Метановая фракция | - | - | 73,39 | 26,61 | | | | | | |
| 2 | Этановая фракция | - | - | 0,05 | 96,00 | 3,95 | | | | | |
| 3 | Пропановая фракция | - | - | - | 1,9 | 94,89 | 2,9 | 0,31 | | | |
| 4 | Фракция изобутана | - | - | - | - | 0,01 | 96,1 | 3,89 | | | |
| 5 | Фракция нормального бутана | - | - | - | - | - | 1,41 | 98,5 | 0,05 | 0,04 | |
| 6 | Газовый бензин | - | - | - | - | - | - | 1,89 | 44,82 | 51,01 | 2,26 |

Литература

1. Математическое моделирование химико-технологических систем с использованием программы Chemcad: Учебное - методическое пособие / Казан. гос. технол. ун-т. Сост.: Н.Н. Зиятдинов, Т.В. Лаптева, Д.А. Рыжов. – Казань, 2008. – 160 с.
2. Вольфсон И.С., Теляков Э.Ш. Сравнительный анализ схем газодифракционирования на НПЗ и НХК, журнал - Химия и технология топлив и масел, 1978, №1, с.7-10.
3. Р.А. Ефремов, Ф.М. Сайрутдинов, Э.В. Осипов, Х.С. Шоипов, Э.Ш. Оценка выхода газов термического разложения мазутов из различных типов нефтей // Вестник Казанского технологического университета, 2013, №2, с. 164-166
4. Э. В. Осипов, С. И. Поникаров, Э. Ш. Теляков Анализ сложной химико-технологической системы, включающей в себя вакуумные ректификационные колонны и вакуумсоздающую систему на базе ЖКВ // Вестник Казанского технологического университета, 2010, №8, с. 434-435.

© Д. С. Сидоров – магистрант каф. машин и аппаратов химических производств КНИТУ, Privet_955@mail.ru; А. А. Хоменко – канд. техн. наук, доц. той же кафедры, homenko-aa@mail.ru; Д. А. Рыжов – канд. техн. наук, доц. каф. системотехники КНИТУ.

© D. S. Sidorov - the masters degree candidate KNRTU, Privet_955@mail.ru; A. A. Homenko - associate professor, KNRTU, homenko-aa@mail.ru; D. A. Ryzhov - associate professor, KNRTU.