

УДК 519.673:620.9.97

А. Ю. Медведев, Е. А. Боровкова*, В. Д. Сафонова

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20, корп. 1

* e-mail: catherine.borovkova@gmail.com

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА СЕПАРАЦИИ СМЕСИ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ АРЕНОВ МЕТОДОМ АРОМАТИЗАЦИИ ЛЕГКИХ АЛКАНОВ

Разработана и реализована компьютерная модель процесса сепарации смеси ароматических углеводородов. Предложенная компьютерная модель данного технологического узла может быть применена в целях модернизации производств, использующих технологию ароматизации лёгких алканов.

Ключевые слова: модель, модуль, углеводороды, сепарация, сепаратор.

Процессы сепарации являются важнейшими процессам разделения паров и газов от жидкостей в химической промышленности. При этом указанные процессы являются наиболее энергоёмкими в химической технологии. Поэтому точности расчётов указанных процессов уделяется пристальное внимание, так как неточности вычислений могут привести к увеличению энергозатрат и, соответственно, к снижению энергосберегающих показателей технологической схемы [1].

Решение поставленных задач не представляется возможным без применения современных комплексов проблемно-ориентированных программ, имеющих высокую точность описания параметров химико-технологических процессов и позволяющих без значительных материальных и временных затрат производить исследования этих процессов [1-2].

Комплекс проблемно-ориентированных программ CHEMCAD – программный продукт, предназначенный для инженерных расчётов различных химико-технологических процессов. Эти программы объединяют базы данных химических компонентов и расширенных методов расчёта термодинамических свойств с гибкими методами расчёта аппаратов. Указанные программы обладают хорошими вычислительными средствами для выполнения расчётов всех материальных и тепловых балансов, необходимых для компьютерного моделирования большинства статических и динамических процессов. Экспертные системы, расширенная обработка исходных данных и проверка ошибок обеспечивают их высокую эффективность и надёжность. Данный программный продукт предназначен для выполнения поверочно-оценочных и проектных расчётов различных аппаратов, а также сложных крупнотоннажных технологических схем химических производств [2-3].

Разработке методического обеспечения блочного компьютерного моделирования сложных крупнотоннажных энерго- и ресурсоёмких химических производств, в которых используются узлы сепарации, посвящена работа [4].

Работы [4-9] посвящены моделированию крупнотоннажных энергоёмких химико-

технологических систем, содержащих узлы сепарации. Однако требуется дополнительно рассмотреть вопрос разработки компьютерной модели технологической схемы процесса сепарации смеси аренов при получении ароматических углеводородов из лёгких алканов методом ароматизации.

Низшие ароматические углеводороды – бензол, толуол, ксилолы и т. д. имеют важное значение в области химической промышленности Российской Федерации. Из них получают продукты анилинокрасочной промышленности, взрывчатые вещества, лекарственные препараты и многие другие органические соединения [10-11].

В данной работе решается задача построения компьютерной модели узла сепарации смеси ароматических углеводородов, которая может быть применена для модернизации и оптимизации, как отдельного технологического узла разделения смеси лёгких алканов, так и производства в целом. Технологическая схема узла сепарации, реализованная в среде комплекса программ CHEMCAD изображена на рисунке 1.

В сепаратор (через теплообменник-холодильник и теплообменник-конденсатор) подаётся паро-газовый поток $V = 4.3 \text{ м}^3/\text{ч}$ (из реакторного узла).

Сначала газовый поток охлаждается, а затем конденсируется. Первый сепаратор моделируется стандартным модулем фазового сепаратора комплекса программ CHEMCAD. Жидкий выходной поток первого сепаратора сначала подогревается, а затем частично испаряется. Второй сепаратор моделируется стандартным модулем фазового сепаратора комплекса программ CHEMCAD. Из узла сепарации смесь жидких углеводородов направляется в ёмкость, а оттуда на ректификацию [12].

Результаты компьютерного моделирования узла сепарации приведены в таблице 1.

Посредством комплекса программ CHEMCAD проведены проектные расчёты сепараторов и теплообменников. Результаты представлены в таблице 2.

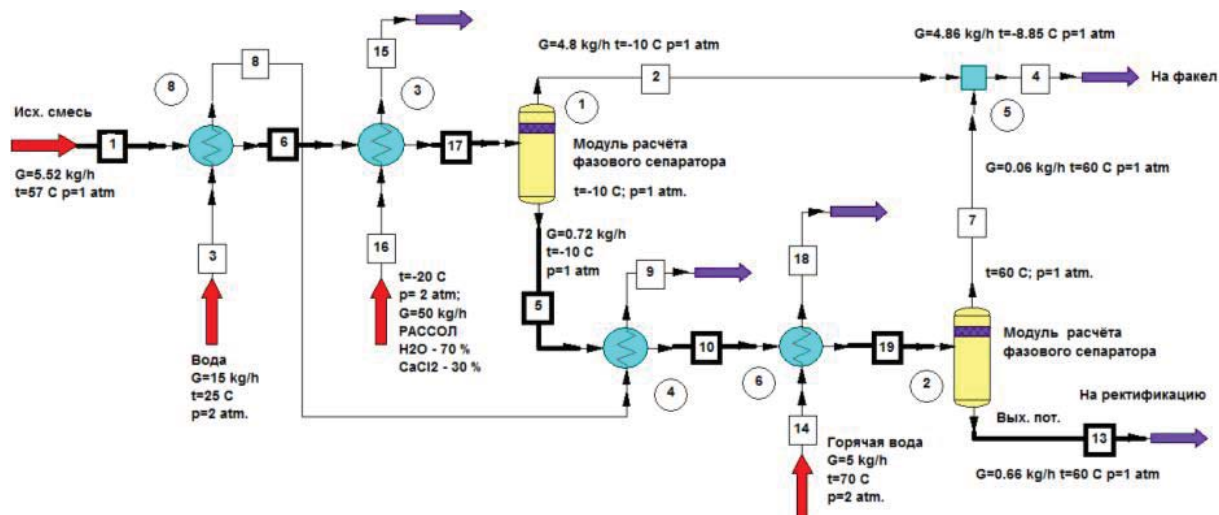


Рис. 1. Технологическая схема узла сепарации, реализованная в среде комплекса программ CHEMCAD. Обозначения: 1,2 – модули расчёта фазовых сепараторов, 3,4,6,8 – модули расчёта теплообменников, 5 – модуль расчёта смесителя. В квадратах обозначены потоки

Таблица 1. Результаты расчёта технологической схемы узла сепарации смеси ароматических углеводородов

Температура; °С	60	
Давление; атм	1	
Доля пара	0	
Общий массовый расход; кг/ч	0.66	
Объёмный расход жидкого потока; л/ч	0.76	
Компонент	Массовый расход компонента; кг/ч	Массовая доля компонента; % масс.
C_3H_8	0.01	0.76
C_4H_{10}	0.01	1.61
C_6H_6	0.18	26.9
C_7H_8	0.33	50.07
$C_6H_4(CH_3)_2$	0.11	16
$C_{10}H_8$	0.03	3.95

Таблица 2. Характеристика технологического оборудования узла сепарации

№ на схеме	Наименование по схеме	Техническая характеристика
1	Сепаратор	Внутренний диаметр – $D=0.45$ м; Высота обечайки – $H=1.83$ м Общий объём емкости – $V=0.33$ м ³ ; Материал – нержавеющая сталь.
2	Сепаратор	Внутренний диаметр – $D=0.45$ м.; Высота обечайки – $H=1.83$ м Общий объём емкости – $V=0.33$ м ³ ; Материал – нержавеющая сталь.
3	Теплообменник	Поверхность теплообмена $F=1.07$ м ² .; Материал – нержавеющая сталь.
4	Теплообменник	Поверхность теплообмена $F=1.11$ м ² .; Материал – нержавеющая сталь.
6	Теплообменник	Поверхность теплообмена $F=1.07$ м ² .; Материал – нержавеющая сталь.
8	Теплообменник	Поверхность теплообмена $F=1.07$ м ² .; Материал – нержавеющая сталь.

Выводы:

- С применением комплекса программ CHEMCAD построена и реализована компьютерная модель технологической схемы узла сепарации смеси аренов в производстве ароматических углеводородов из лёгких алканов методом каталитической ароматизации;
- Методами многократных вычислительных экспериментов определены параметры моделирования сепараторов и установлены температуры разделения смесей;
- Проведены конструкционные расчёты теплообменников и сепараторов.

Медведев Александр Юрьевич, студент-дипломник кафедры информатики и компьютерного проектирования РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Боровкова Екатерина Александровна, аспирантка кафедры информатики и компьютерного проектирования РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Сафонова Вера Дмитриевна, ассистент кафедры информатики и компьютерного проектирования РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Литература

39. Проектирование и расчёт аппаратов основного органического и нефтехимического синтеза. Под. ред. Лебедева Н. Н. — М. «Химия». — 1995. — 256 с.
40. Гартман Т. Н., Клушин Д. В. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов. — М.: ИКЦ «Академкнига». — 2008. — 415 С.
41. Гартман Т. Н., Советин Ф. С. Аналитический обзор современных пакетов моделирующих программ для компьютерного моделирования химико-технологических систем // Успехи в химии и химической технологии. — 2012. — Т. 26. № 11 (140). — С. 117-120.
42. Советин Ф. С. Разработка и применение методического обеспечения блочного компьютерного моделирования энергоресурсоёмких химико-технологических систем с применением инструментальных комплексов программ. Дис. канд. техн. наук. — М. 2011. — 190 с.
43. Гартман Т. Н., Советин Ф. С. Применение пакетов программ CHEMCAD для моделирования процессов многокомпонентной ректификации в тарельчатых колоннах при получении синтетического жидкого топлива // Химическая техника. — 2010. — № 2. — С. 36-38.
44. Гартман Т. Н., Советин Ф. С. Компьютерное моделирование технологического узла ректификации производства метанола с применением пакетов программ CHEMCAD // Химическая техника. — 2010 — № 4. — С. 12-14.
45. Гартман Т. Н. Построение моделей процессов водоподготовки и водоочистки при получении синтетического жидкого топлива с применением программного комплекса CHEMCAD / Гартман Т. Н., Советин Ф. С., Новикова Д. К., Семенихин Я. В. // Химическая техника. — 2011. — № 3. — С. 34-35.
46. Гартман Т. Н. Синтез интегрированной химико-технологической получения синтетического жидкого топлива и метанола из природного газа с применением проблемно-ориентированного комплекса программ CHEMCAD / Гартман Т. Н., Советин Ф. С., Новикова Д. К., Сеннер С. А. // Химическая техника. — 2011. — № 9. — С. 41-44.
47. Советин Ф. С., Гартман Т. Н. Применение комплекса программ CHEMCAD для разработки компьютерной модели технологического узла нитрования крупнотоннажного производства нитробензола // Химическая техника. — 2012. № 4. — С. 44-45.
48. Васин А. Я. Изучение влияния галогенов на взрывоопасность органических соединений / Васин А. Я., Маринина Л. К., Гаджиев Г. Г., Голубева В. А. // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. — 2013. — № 3 (25). — С. 46-48.
49. Горелик М.В., Эффос Л.С. Основы химии и технологии ароматических соединений. — М: Химия. — 1992. — 640 С.
50. Аленчикова А.А., Проскуро Е.А., Сафонова В.Д. Разработка компьютерной модели четырёхколонной технологической схемы ректификации смеси ароматических углеводородов. // Успехи в химии и химической технологии. — 2014. — Т. 28. № 2 (151). — С. 31-33.

Medvedev Alexander Yurievich, Borovkova Ekaterina Aleksandrovna, Safonova Vera Dmitrievna*

D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: catherine.borovkova@gmail.com

The development of the computer model of the process of the separation of the mixture of the aromatic hydrocarbons in the production of the arenas from the light alkanes

Abstract

The computer model of the process of the separation of the mixture of the aromatic hydrocarbons is created & realized. This computer model may be use for the modernization of the productions, which are using the technology of the aromatization of the light alkanes.

Key words: model, module, hydrocarbons, separation, separat