

метров взята из базы данных программного комплекса; для трех бинарных систем (ПК-МИПК, ПК-МБК, ПК-МИБК) параметры оценены нами по псевдоэкспериментальным данным, полученным по модели UNIFAC.

Сравнение экспериментальных и расчетных азеотропных характеристик, а также составов равновесных жидких слоев в бинарных системах вода – растворитель (табл. 1 и 2) свидетельствует об адекватности математического моделирования, поскольку относительные ошибки

описания не превышают 3%.

Проведен расчет равновесия жидкость-пар (101,3 кПа) и жидкость-жидкость (101,3 кПа и 20 °С) и построены фазовые диаграммы для трех тройных систем (рисунок 1). Все растворители образуют азеотропы с минимальной температурой кипения с водой, причем последние расположены в области двухфазного расслаивания, а, следовательно, каждый может быть использован для разделения смеси В-ПК в комплексе гетероазеотропной ректификации.

Список литературы

1. Roy Bhupesh C., Awual M.R. and Goto M. // *Journal of Applied Sciences*, 2008.– P.411–415.
2. Rivenq F. *Bull // Soc. Chim. Fr.*, 1961.– P.1392–1395.
3. Огородников С.К., Лестева Т.М., Коган В.Б. *Азеотропные смеси.–Л.: Химия*, 1971.– 849с.
4. Stephenson R.M. // *J. Chem. Eng. Data*, 1992.– 37.– P.80–95.
5. Ratkovics F., Palagyi-Fenyés B., Hajos Szikczay E., Dallos A. // *J; Chem. Thermodyn.*, 1991.– 23(9).– P.859–865.
6. Ginnings P.M., Plonk D., Carter E.J. // *Am. Chem. Soc.*, 1940.– P.62–67.

ВАРИАНТНОСТЬ РАСЧЕТА МАТЕРИАЛЬНОГО БАЛАНСА В СХЕМАХ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ РАССЛАИВАНИЕМ РАЗДЕЛЯЕМОЙ СМЕСИ

В.В. Спирякова

Научный руководитель – д.т.н., профессор А.К. Фролкова

Московский технологический университет

Институт тонких химических технологий имени М.В. Ломоносова

Россия, г. Москва, пр. Вернадского 86, frolova@gmail.com

На этапе решения балансовой задачи схемы разделения заданной структуры можно определить количества рецикловых потоков, которые связаны с термодинамическими ограничениями

фазового равновесия и влияют на энергоемкость схемы. Нами на примере тройной системы циклогексанол (ЦГол) – циклогексанон (ЦГон) – вода (В), структура фазовой диаграммы которой

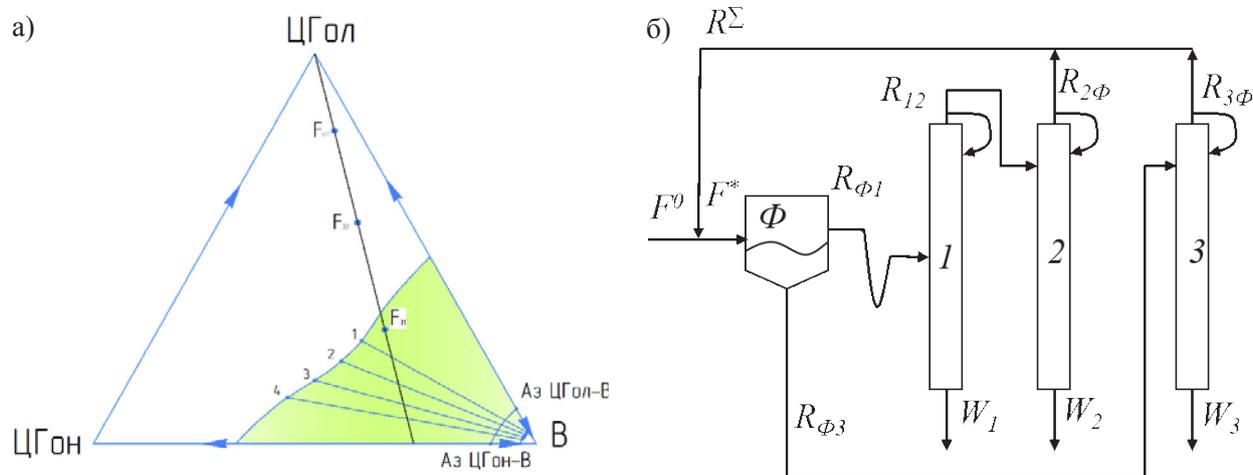


Рис. 1. Диаграмма фазового равновесия с заданными составами F^{0i} (а) и схема разделения тройной смеси циклогексанол (ЦГол)(W_1)–циклогексанон (ЦГон)(W_2)–вода (W_3) (б)

Таблица 1. Величины количеств суммарных рецикловых потоков и соотношения количеств равновесных жидких фаз

Показатель	Положения ноды жидкость-жидкость			
	1	2	3	4
Исходная смесь F^{01} ($x_{\text{шгол}}=0,30$; $x_{\text{шгон}}=0,20$; $x_{\text{в}}=0,50$ м.д.)				
R^{Σ}	0,664	0,912	1,194	1,834
R_{Φ_1}/R_{Φ_3}	1,84	2,29	2,78	3,69
Исходная смесь F^{02} ($x_{\text{шгол}}=0,50$; $x_{\text{шгон}}=0,14$; $x_{\text{в}}=0,36$ м.д.)				
R^{Σ}	1,18	1,70	2,03	3,18
R_{Φ_1}/R_{Φ_3}	4,07	5,43	6,21	8,50
Исходная смесь F^{03} ($x_{\text{шгол}}=0,70$; $x_{\text{шгон}}=0,09$; $x_{\text{в}}=0,21$ м.д.)				
R^{Σ}	1,70	2,43	2,89	4,49
R_{Φ_1}/R_{Φ_3}	9,80	13,71	14,96	20,96

представлена на рисунке 1,а, проведен анализ балансовых соотношений в аппаратах схемы (рис. 1,б). Схема представляет комплекс, основанный на сочетании предварительного расслаивания разделяемой брутто-смеси ($F^* = F^0 + F^{\Sigma}$) во флорентийском сосуде и четкого разделения в колоннах. Балансовая задача для данного случая является поливариантной [1], т.е. для ее решения необходимо задать положение ноды жидкость-жидкость $R_{\Phi_1} - R_{\Phi_3}$, в соответствии с которой происходит расслаивание брутто-смеси во флорентийском сосуде. В работе рассмотрены четыре положения ноды и три исходных состава $F^{01} - F^{03}$, принадлежащих секущей $x_{\text{шгол}} : x_{\text{в}} = 1 : 2,5$.

Причем состав F^{01} принадлежит области расслаивания, а гомогенные составы F^{02} и F^{03} переводятся в эту область за счет добавления к исходной смеси суммарного рециклового потока $R^{\Sigma} = R_{2\Phi} - R_{3\Phi}$. В таблице приведены основные

показатели, характеризующие разделение смесей разного состава.

Как видно, при разделении трех исходных составов наиболее выгодным по величине суммарного рецикла является первое положение ноды жидкость-жидкость. При закреплённом положении ноды величина суммарного рецикла возрастает при увеличении концентрации циклогексанола в исходной смеси, что связано с необходимостью перевода смесей F^{02} и F^{03} из гомогенной области в область расслаивания. Установлено, что брутто-составы смесей, подаваемых во флорентийский сосуд и принадлежащих нодам 1–4, лежат на одной прямой, что связано, по-видимому, с линейностью уравнений материального баланса и принадлежностью исходных составов одной секущей.

Работа выполнена в рамках гранта РНФ № 16-19-10632.

Список литературы

1. Фролкова А.В., Аблизин М.А., Маевский М.А., Фролкова А.К. Поливариантность расчета материальных балансов схем разделения

трехкомпонентных смесей различной физико-химической природы. Тонкие химические технологии, 2016. – Т.11. – №3. – С.47.