

УДК 66.023

## Применение метода Хорвата и Шуберта при расчетах ректификационных колонн для разделения азеотропных смесей

Студент 3 к. 6 гр. факультета ХТТ Слабко Е.Н.

Научный руководитель – Калишук Д.Г.

Белорусский государственный технологический университет  
г. Минск

При расчетах и технологическом проектировании ректификационной колонны важнейшим определяемым размером является высота ее контактной части. Для тарельчатых аппаратов эта высота пропорциональна числу тарелок и межтарельчатому расстоянию. Число тарелок может быть определено различными методами. Одним из наиболее распространенных является метод, основанный на вычислении числа теоретических ступеней контакта.

В расчетной практике до сих пор актуален графический метод определения числа теоретических ступеней контакта, разработанный Мак–Кэбом и Тиле в 1925 году. При расчетах колонн четкой ректификации, т. е. в случаях, когда молярная доля низкокипящего компонента (НК) в дистилляте близка к единице, либо в кубовом остатке близка к нулю, применение поименованного выше метода требует выполнения крупномасштабных диаграмм больших форматов. П.Хорватом и Р.Шубертом был предложен графический метод определения числа теоретических ступеней в колоннах четкой ректификации, исключающий указанный недостаток в [1]. В соответствии с данным методом графики равновесной и рабочих линий в областях молярных долей НК, близких к нулю и единице, следует выполнять в координатах  $\lg y - \lg x$  и  $\lg(1 - y) - \lg(1 - x)$  соответственно. В представляемых зависимостях:  $y$  – молярная доля НК в паровой фазе, кмоль/кмоль;  $x$  – молярная доля НК в жидкой фазе, кмоль/кмоль.

Метод Хорвата и Шуберга без доработки неприменим при расчетах колонн для разделения азеотропных смесей, предназначенных для получения кубового остатка и дистиллята с молярной долей НК, близкой к ее величине в точке азеотропы. Нами предлагается для такого рода расчетов ввести понятие фиктивной доли НК в смеси (исходной смеси, дистилляте, кубовом остатке, паровой и жидкой фазах).

Для смесей с нижней точкой азеотропы при содержании НК в дистилляте несколько меньшим, чем его содержание в азеотропной точке, фиктивные доли в жидкости  $x'$  и паре  $y'$  соответственно вычисляются по формулам:

$$x' = x / x_a; \quad (1)$$

$$y' = y / x_a, \quad (2)$$

где  $x_a$  – молярная доля НК в смеси азеотропного состава, кмоль/кмоль.

Характерным примером азеотропной смеси с указанными выше свойствами является смесь этиловый спирт – вода. Для нее  $x_a = 0,8941$  кмоль/кмоль. В процессе производства этилового спирта–ректификата высшей очистки марок «Экстра» и «Люкс» необходимо получать дистиллят с молярной долей НК выше 0,885 кмоль/кмоль (выше 96,2% об.). Исходной смесью в данных колоннах является спирт-сырец с молярной долей НК 0,57–0,65 кмоль/кмоль [2]. Для указанного случая нами проведено графическое определение числа теоретических ступеней контакта укрепляющей части колонны по методу Мак–Кэба и Тиле с построением крупномасштабной диаграммы и по модифицированному методу Хорвата и Шуберга. Отклонение рассчитанных величин друг от друга не превысило 5%. Следовательно, при применении предлагаемого нами метода достигается достаточно высокая точность при минимизации размеров расчетных диаграмм.

#### Литература

1. Howat J.P., Schubert R.F. Find Distillation Stages Craphgicalli / Chem. End., 10, 1958. – p.p. 129–132.
2. Стабников В.Н. Перегонка и ректификация этилового спирта. – М.: Пищевая промышленность, 1964. – 456 с.