

УДК 66.048.375

В. Н. Павлечко, доцент;

В. Н. Гуляев, доцент

### ОСОБЕННОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРОЦЕССА ПРОТИВОТОЧНОГО МАССООБМЕНА НА Y – X ДИАГРАММЕ

Mass exchange process for different ratio of equilibrium line and working line slopes in the case of opposite direction movement of liquid and vapour phases for four models of mass exchange is considered.

Графический метод расчета, предложенный МакКэбом и Тиле [1], широко используется при расчетах числа теоретических тарелок ректификационных колонн [2]. При известной эффективности тарелок этот метод может быть использован также и для расчета числа действительных тарелок.

При прямоточном движении взаимодействующих фаз или при идеальном перемешивании жидкости наблюдается равновесие покидающих теоретическую тарелку пара и жидкости, что характеризуется зависимостью

$$y_n^* = mx_{n-1}^* \quad (1)$$

Графическое изображение этого случая широко распространено в литературе. Противоточное движение взаимодействующих пара и жидкости имеет ряд существенных отличий от прямоточного [3], поскольку покидающий идеальную тарелку пар находится в равновесии с поступающей на нее жидкостью, т.е.

$$y_n^* = mx_n^* \quad (2)$$

Соответственно и графическое изображение противоточного массообмена должно отображаться на диаграмме  $y - x$  отличным от общепринятого.

Как отмечалось ранее [3], изменение концентрации легколетучего компонента в паре и жидкости в процессе их взаимодействия на ректификационной тарелке при их противоточном движении возможно по четырем вариантам, которые отличаются условиями взаимосвязи идеальной и реальной тарелок. Графическое изображение этих вариантов приведено на рис. 1.

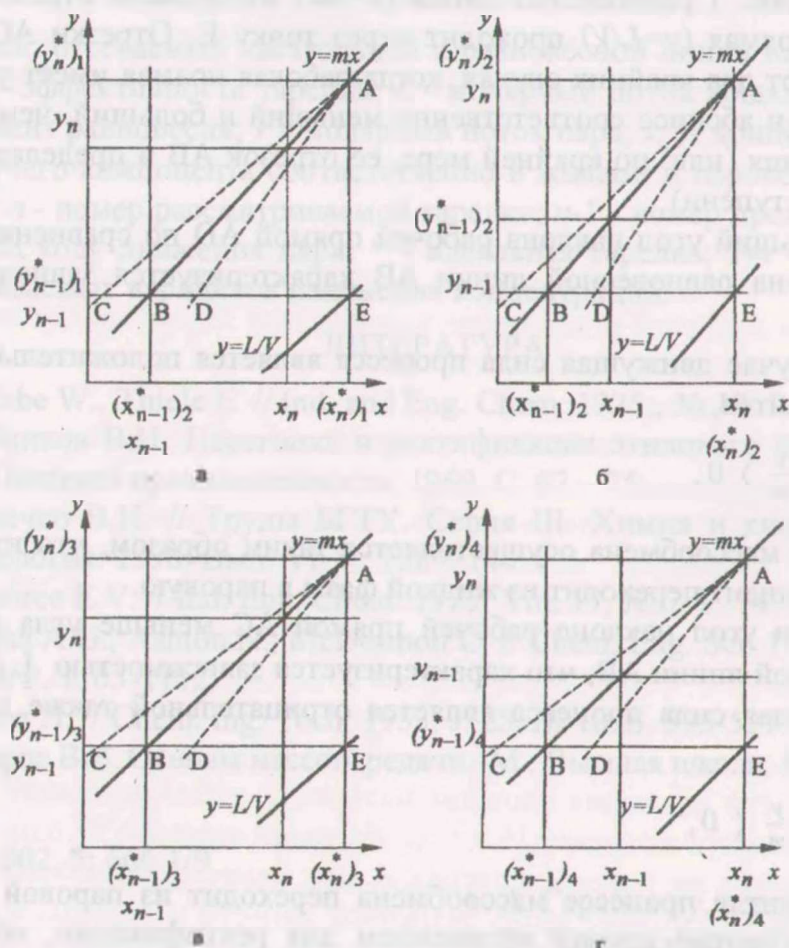


Рис. 1. Графическое изображение вариантов массообмена при противотоке жидкости и пара для условий связи идеальной и реальной тарелок, свойственных: а и б – модели Мерффи при анализе эффективности в паровой и жидкой фазах соответственно; в – модели Хаузена; г – новой модели

В варианте (а) для идеальной и реальной тарелок совпадают составы поступающего пара и уходящей жидкости, что свойственно модели Мерффи при рассмотрении эффективности по паровой фазе [4, 5]. Вариант (б) отличается равенством составов уходящего пара и поступающей на обе тарелки жидкости, что характерно для модели Мерффи при анализе эффективности по жидкости [4, 5]. В варианте (в) имеет место равенство поступающих на обе тарелки пара и жидкости, что свойственно модели Хаузена [5, 6]. Четвертый вариант отличается совпадением составов уходящего пара и поступающей на обе тарелки жидкости.



На рис. 1 равновесная линия ( $y=mx$ ) изображена отрезком АВ. Рабочая прямая ( $y=L/V$ ) проходит через точку Е. Отрезки АС и АД изображают два крайних случая, когда рабочая прямая имеет угол наклона к оси абсцисс соответственно меньший и больший, чем равновесная линия (или, по крайней мере, ее отрезок АВ в пределах теоретической ступени).

Больший угол наклона рабочей прямой АД по сравнению с углом наклона равновесной линии АВ характеризуется зависимостью  $L / V > m$ .

В этом случае движущая сила процесса является положительной для всех вариантов,

$$x - \frac{y}{m} > 0, \quad (3)$$

и процесс массообмена осуществляется таким образом, что извлекаемый компонент переходит из жидкой фазы в паровую.

Если угол наклона рабочей прямой АС меньше угла наклона равновесной линии АВ, что характеризуется зависимостью  $L / V < m$ , то движущая сила процесса является отрицательной также для всех вариантов,

$$x - \frac{y}{m} < 0, \quad (4)$$

и компонент в процессе массообмена переходит из паровой фазы в жидкую. Данный случай неприемлем для ректификации, но может иметь место при сорбции веществ жидким поглотителем.

Из рассмотренных особенностей противоточного массообмена следует, что применительно к процессу ректификации угол наклона рабочей прямой к оси абсцисс всегда должен быть больше соответствующего угла наклона равновесной линии. Это условие соблюдается для исчерпывающей части колонны, поскольку равновесная линия, описываемая выражением (2) (или ряд равновесных линий для всех тарелок), на диаграмме  $y - x$  проходит через начало координат и располагается выше рабочей прямой.

Для обеспечения вышеуказанного условия в укрепляющей части ректификационной колонны выражение (2) целесообразно представить в виде

$$y_n^* = mx_n^* + b, \quad (5)$$

который нередко используется в литературе, например в [7].

## ОБОЗНАЧЕНИЯ

$b$  – отрезок, отсекаемый касательной к равновесной линии на оси ординат;  $E$  - эффективность тарелки;  $L$  - молярный поток жидкости;  $m$  - коэффициент равновесия;  $V$  - молярный поток пара;  $x, y$  - концентрация легколетучего компонента соответственно в жидкой и паровой фазах. Индексы:  $n$  - номер рассматриваемой тарелки;  $n-1$  - номер предыдущей тарелки по ходу движения пара; \* - идеальная тарелка; 1-4 - номера рассматриваемых вариантов изменения концентраций.

## ЛИТЕРАТУРА

1. McCabe W., Thiele E. // Ind. and Eng. Chem. 1925., № 17. P. 605.
2. Стабников В.Н. Перегонка и ректификация этилового спирта. – М.: Пищевая промышленность, 1969. С. 67 – 75.
3. Павлечко В.Н. // Труды БГТУ. Серия III. Химия и химическая технология. 1998. Вып. VI. С. 138 – 144.
4. Murphree E.V. // Ind. Eng. Chem. 1925. Vol. 17, № 7. P. 747 – 750.
5. Medina A.G., Ashton N., McDermott C. // Chem. Eng. Sci. 1979. Vol. 34, № P. 1105-1112.
6. Hausen H. // Chem. Ing. Tech. 1953. J. 25, № 10. S. 595-597.
7. Кафаров В.В. Основы массопередачи. – М.: Высшая школа, 1972.

УДК 691. 002. 5; 666.1/9

А. А. Гарабاجиу, аспирант;

А. Э. Левданский, ассистент

### АЭРОДИНАМИКА ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ ИЗМЕЛЬЧАЕМОГО МАТЕРИАЛА В РАБОЧЕЙ КАМЕРЕ РОТОРНО-ЦЕНТРОБЕЖНОЙ МЕЛЬНИЦЫ

Aerodynamics of motion of the particles of material grinding in the working chamber rotor-centrifugal mill with the inertia-gravitation unloading of products.

Мельницы ударно-отражательного действия, отличающиеся компактностью и сравнительно низкими удельными энергозатратами на помол материалов, получили в последнее время довольно широкое распространение во многих отраслях промышленности и народного хозяйства как за рубежом, так и в нашей стране. Однако внедрение данных измельчителей в промышленную практику сдерживается отсутствием надежного инженерного метода их расчета и недостаточной глубиной исследования протекающих в них процессов [1, 2].