

М.Ф. Шнайдерман, Г.И. Зорина (канд.техн.наук),  
А.И. Ершов (канд.техн.наук)

### ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЯМОТОЧНЫХ КОНТАКТНЫХ ТАРЕЛОК ПРИ НАЛИЧИИ И ОТСУТСТВИИ ЦИРКУЛЯЦИИ ЖИДКОСТИ

Контактные ступени с взаимодействием фаз в закрученном потоке внутри элементов являются перспективными конструкциями для проведения процессов массообмена [1,2]. Для описания эффективности таких ступеней предложены математические модели [3,4] различного содержания. В работе [3] получено выражение для эффективности в жидкой фазе, которое можно привести к следующему виду:

$$E_{mL} = \frac{\lambda(1-b^n)}{\lambda-(1-b^n)}, \quad (1)$$

где

$$b = \frac{\lambda + kE_x}{\lambda + kE_x + \lambda kE_x/n}. \quad (2)$$

При выводе уравнений (1) и (2) принято допущение полного перемешивания жидкой фазы на ступени с циркулирующей в пределах каждой конструктивной секции.

Выражение для  $b$ , полученное в [4] при условии отсутствия байпаса на ступени:

$$b = \frac{\varphi \beta \lambda E_x + (1-\beta) [E_x n(1-\beta + \varphi) + \lambda] - (1-\beta)^2 E_x \lambda}{\varphi E_x \lambda + (1-\beta) \{E_x n(1-\beta + \varphi) + \lambda\}} \quad (3)$$

Уравнение (3) включает две константы:  $\beta$  - долю проскока и  $\varphi$  - долю циркулирующей через элемент жидкости, определить которые можно либо экспериментальным путем, либо принимая определенную гидродинамическую модель движения жидкости по тарелке. Для полного перемешивания жидкости в пределах секции  $\alpha$  и  $\beta$  связаны соотношением

$$\varphi = \frac{(1-\beta)^2}{\beta}, \quad (4)$$

при котором уравнение (3) становится тождественным (2). Это дает основание заключить, что уравнение (2) является одним из частных случаев уравнения (3).

Поскольку в рассматриваемых конструкциях влияние газа на перемешивание жидкости по тарелке незначительно, за другую модель движения можно принять течение жидкости в пространстве между элементами без перемешивания по высоте слоя в пределах одной секции. В этом случае получим из уравнения (3):

$$\text{для } l \geq 1 \quad b = \frac{E_x n l + \lambda (1 - E_x)}{\lambda (1 - 1) E_x + E_x n l + \lambda} ; \quad (5)$$

$$\text{для } l \leq 1 \quad b = 1 \frac{E_x l \lambda}{n E_x l + \lambda} . \quad (6)$$

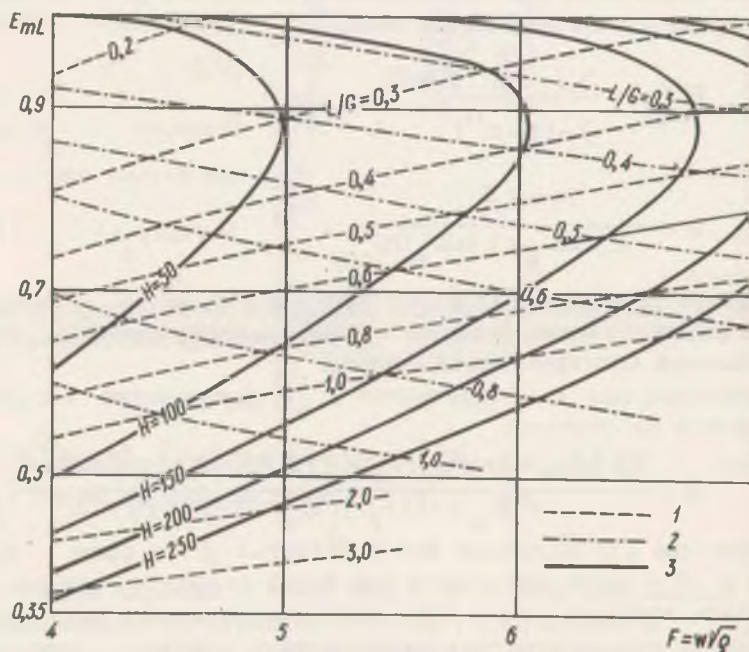


Рис. 1. Зависимость эффективности контактных тарелок с циркулирующей жидкости и без нее от F-фактора на ступени:  
1 — эффективность ступени без циркуляции; 2 — эффективность ступени с циркулирующей (H=100 мм); 3 — кривые, ограничивающие область более эффективной работы ступени с циркулирующей жидкости.

Результаты расчета по формулам (5) и (6) с использованием методики [5] позволили установить области эффективной работы тарелок при наличии и отсутствии циркуляции для различных уровней жидкости на этих тарелках (рис. 1). Кривые имеют

ярко выраженный экстремум. Область эффективной работы тарелки с циркуляцией увеличивается с повышением уровня жидкости на тарелке. Определение оптимального значения уровня требует технико-экономического расчета массообменного аппарата в целом.

### О б о з н а ч е н и я

$n$  - число конструктивных секций;  $\lambda = \frac{mG}{L}$ ,  $m$  - константа равновесия;  $G$ ,  $L$  - расходы паровой и жидкой фаз, моль/ч;  $E_x$  - эффективность одного элемента в жидкой фазе;  $k$  - кратность циркуляции;  $l = \Delta L/L$ ,  $\Delta L$  - расход жидкости через элемент, моль/ч;  $w$  - скорость газа в колонне, м/с;  $\rho$  - плотность газа, кг/м<sup>3</sup>;  $H$  - уровень жидкости, мм.

### В ы в о д ы

1. Найдена связь между известными математическими моделями для описания эффективности прямоточных контактных ступеней.

2. Получено выражение для эффективности ступени при условии течения жидкости между элементами без перемешивания по высоте слоя в пределах одной секции и установлено существование области более эффективной работы тарелок с циркуляцией жидкой фазы.

### Л и т е р а т у р а

1. Ершов А.И. Разработка, исследование и применение элементных ступеней контакта с взаимодействием фаз в закрученном прямогоке. Автореф. докт. дис. Минск, 1975. 2. Николаев Н.А. Исследование и расчет ректификационного и адсорбционных аппаратов вихревого типа. Автореф. докт. дис. Казань, 1974. 3. Николаев Н.А., Жаворонков Н.М., Малюсов В.А. Расчет ректификационных колонн с прямооточными и прямооточно-вихревыми контактными устройствами. - ТОХТ, 1974, 8, №6, с. 853. 4. Кацашвили В.Г., Зорина Г.И., Ершов А.И. Исследование и математическое описание работы элементной ступени контакта со взаимодействием фаз в закрученном прямогоке. - "Изв. АН БССР. Сер. физико-энергетическ. наук", 1975, №3, с. 64. 5. Ершов А.И. и др. Расчет рабочих характеристик прямооточно-центробежных элементных ступеней. Тез. докл. Всесоюз. совещ. по теории и практике ректификации нефтяных смесей. Уфа, 1975, с. 304.