

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 циркуляцией 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):

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

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

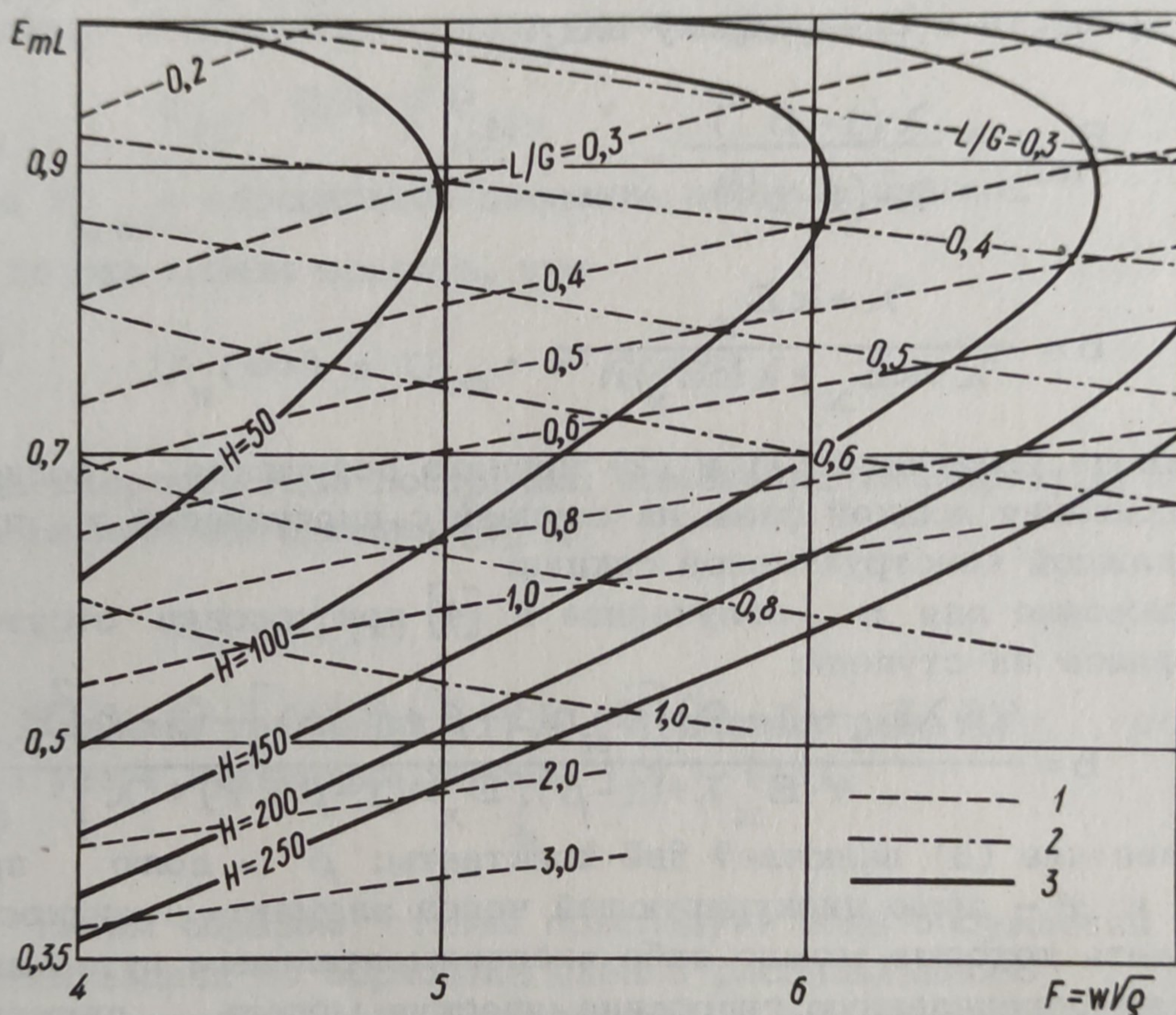


Рис. 1. Зависимость эффективности контактных тарелок с циркулирующей жидкости и без нее от F-фактора на ступени:  
 1 — эффективность ступени без циркуляции; 2 — эффективность ступени с циркуляцией ( $H=100$  мм); 3 — кривые, ограничивающие область более эффективной работы ступени с циркулирующей жидкости.

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.

### Обозначения

$n$  - 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.

### Выводы

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.

### Литература

1. Ершов А.И. Разработка, исследование и применение элементных ступеней контакта с взаимодействием фаз в закрученном потоке. 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 прямоточными и прямоточно-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 потоке. - "Изв. АН БССР. Сер. физико-энергетическ. наук", 1975, №3, с. 64. 5. Ершов А.И. и др. Расчет рабочих характеристик прямоточно-центробежных элементных ступеней. Тез. докл. Всесоюз. совещ. по теории и практике ректификации нефтяных смесей. Уфа, 1975, с. 304.