

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СКОРОСТНЫХ  
МАССООБМЕННЫХ ТАРЕЛОК ЭЛЕМЕНТНОГО ТИПА

Для расчета массообменных колонных аппаратов необходимы данные по эффективности отдельных контактных ступеней. Ее можно экспериментально определить или рассчитать на основании уравнений массопередачи с учетом гидродинамического режима взаимодействия фаз и конструктивного оформления ступени.

Для контактных тарелок элементного типа предложен ряд математических моделей, позволяющих получить расчетные зависимости эффективности ступени, выраженной через эффективность контактного элемента: 1. Модель полного перемешивания. Предполагает равенство концентраций жидкости, поступающей в элемент и покидающей данную секцию [1]. На основании ее получена расчетная зависимость эффективности контактной ступени:

$$E_{0x} = \frac{1}{\gamma^n / (\gamma^n - \delta^n) - L/mG}, \quad \delta = 1 + k E_x L/mG; \quad \gamma = 1 + \frac{k}{n} E_x + k E_x L/mG.$$

2. Модель, принятая в [2]. Рассматривается аналитический расчет эффективности ступени, но с учетом доли жидкости  $\varphi$ , попадающей после взаимодействия с паром в тот же контактный элемент. В результате получена зависимость:

$$E_{0x} = \frac{\lambda(1-B^n)}{\lambda(1-B^n)}, \quad B = \frac{n[E_x(1-\varphi) + \lambda(1-E_x)]}{n E_x(1+\varphi) + \lambda(1+E_x)}; \quad \lambda = \frac{mG}{L}.$$

Схема распределения потоков жидкости для отдельного контактного элемента и в целом по тарелке, учитывающая возврат доли потока жидкости после взаимодействия фаз и проскок ее мимо элемента [3], позволяет получить формулу:

$$E_{0x} = \frac{1-a}{1 - \frac{1}{\lambda}(1-a)}; \quad a = \left[ \frac{k' \varphi E_x \lambda + (1-k') [E_x n(1-k'+\varphi) + \lambda] - (1-k')^2 E_x \lambda^n}{\varphi E_x \lambda + (1-k') [E_x n(1-k'+\varphi) + \lambda]} \right].$$



Об адекватности приведенных моделей можно судить по сходимости результатов при изучении конкретных процессов на скоростной контактной тарелке элементного типа при ректификации бинарной системы эталон-вода в колонне, работающей при полной флегме. Диаметр колонны 150 мм, контактного элемента - 20 мм при длине  $4d$ . Площадь тангенциальных щелей закручивателя равнялась площади свободного сечения контактного элемента. Диаметр трех радиальных трубочек для подвода жидкости в элемент равнялся 6 мм. Скорость в контактном элементе поддерживалась 18 м/с. Отбор проб производился по паровой и жидкостной фазам.

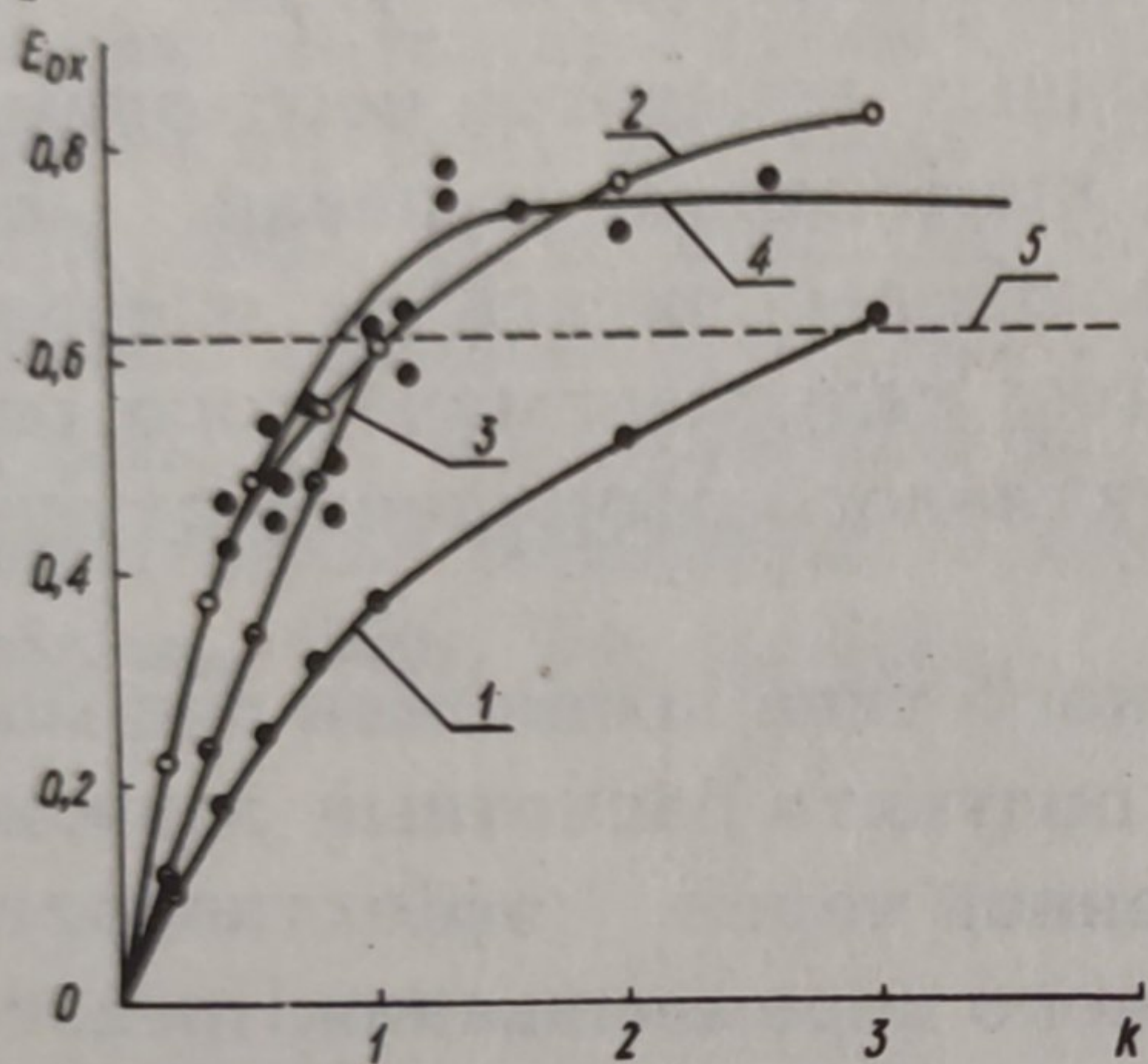


Рис. 1. Зависимость эффективности контактной ступени от кратности циркуляции жидкости: 1—модель полного перемешивания; 2—рецикл; 3—проскок и рецикл; 4—эксперимент; 5—эффективность элемента.

Получена экспериментальная графическая зависимость эффективности контактной ступени от кратности циркуляции жидкости  $K$  (рис. 1). Для определения эффективности по формулам вышерассмотренных моделей использовалась величина эффективности контактного элемента, установленная экспериментально при бесциркуляционной работе ступени (см. рис. 1).

Анализ полученных зависимостей показывает, что модель полного перемешивания меньше всего соответствует реальному процессу. Допущение об одновременном наличии на ступени рецикла и проскока жидкости правомерно только на участке изменения кратности циркуляции жидкости от 0 до 1. Модель с рециклом жидкости позволяет получить наиболее близкую сходимость расчетных данных с экспериментальными во всем интервале изменения кратности циркуляции. Однако в реальном процессе при достижении кратности порядка 1, 2 эффективность ступени практически не меняется.

#### Обозначения

$E_{0y}$ ,  $E_{0x}$ ,  $E_y$ ,  $E_x$  - соответственно эффективность контактной ступени и элемента по пару и жидкости;  $L$ ,  $G$  - соот-



ветственно расход жидкости и пара, кг/ч;  $m$  – константа равновесия;  $n$  – число контактных элементов;  $k$  – кратность циркуляции жидкости;  $\varphi$  – доля рециркулирующей жидкости;  $k'$  – доля проскока жидкости, поступающей в элемент.

### В ы в о д

Эффективность ступени для системы этанол – вода при кратности выше 2 практически не меняется. Из существующих математических моделей наиболее близкой к реальному процессу является модель с рециклом жидкости.

### Л и т е р а т у р а

1. Николаев Н.А., Жаворонков Н.М., Малюсов В.А. Расчет ректификационных колонн с прямоточными и прямоточно-вихревыми контактными устройствами. – ТОХТ, 1974, УШ, №6, с.853.
2. Зорина Г.И., Кацашвили В.Г., Ершов А.И. Математическое описание эффективности прямоточной контактной ступени с рециркуляцией жидкой фазы. – В сб.: Химия и химическая технология, вып.8. Минск, 1975, с.54.
3. Зорина Г.И., Кацашвили В.Г., Ершов А.И. Исследование эффективности элементной ступени контакта. – В сб.: Химия и химическая технология, вып.9. Минск, 1975, с.149.