

РАЗДЕЛ IV. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА

Г.И. Зорина, В.Г. Кацашвили, А.И. Ершов

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА АДЕКВАТНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЯМОТОЧНОЙ СТУПЕНИ КОНТАКТА

Ранее [1,2] была предложена комбинированная гидродинамическая модель, описывающая работу прямоточной ступени контакта с учетом байпаса жидкости через всю ступень, ее проскоков мимо отдельных элементов и циркуляции в этих элементах. Модель разработана на основании предварительного исследования ряда характеристик новой конструкции тарелки [3].

Для проверки адекватности модели реальному процессу проведено экспериментальное исследование работы контактной прямоточной ступени и ее эффективности при десорбции углекислого газа из водного раствора воздухом. Тарелка представляет собой прямоугольный лоток размером 70x300 мм с четырьмя установленными последовательно контактными элементами диаметром 20 мм.

Поставлен полный факторный эксперимент 5x5 при среднерасходных скоростях газа в элементах от 18,0 до 27,5 м/с и нагрузках по жидкости на ступень от 143,7 до 440 л/ч. Количество жидкости, поступающей в элементы, замерялось специальной ловушкой. Опытные данные приведены в табл. 1.

Табл. 1. Количество жидкости, поступающей в контактные элементы, л/ч

$w, \text{ м/с}$	$L, \text{ л/ч}$				
	143,7	257	316	375	440
18,0	81,8	83,0	83,5	84,1	84,1
20,9	81,0	81,1	81,9	82,3	83,2
23,4	80,0	80,7	81,2	81,2	81,2
25,6	76,6	78,3	78,3	78,6	78,9
27,5	74,8	75,6	76,6	76,6	76,6

Анализ этих данных показывает, что количество жидкости, проходящей через элементы, составляет 0,175—0,570 от количества жидкости, поступающей на всю ступень, т.е. циркуляция жидкости через элементы отсутствует.

Для определения наличия общего байпаса по ступени исследуемой конструкции сняты кривые распределения времени пребывания по известной методике [4]. При обработке кривых вымызания байпаса жидкости через всю ступень контакта не установлено, поэтому при расчете эффективности ступени его влияние было исключено.

Таким образом, расчетное выражение для эффективности ступени, полученное в работе [2], приводится к виду:

$$E_{mL} = \frac{1 - B^4}{1 - \frac{1}{\lambda} (1 - B^4)} \quad (1)$$

где $B = \frac{4E_{\theta} (1-k) + \lambda - (1-k) E_{\theta} \lambda}{4E_{\theta} (1-k) + \lambda}$; $\lambda = \frac{mG}{L}$; m —

Табл. 2. Эффективность отдельного элемента, E_{θ}

w, м/с	L, л/ч				
	143,7	257	316	375	440
18,0	0,365	0,490	0,551	0,565	0,445
20,9	0,582	0,505	0,557	0,540	0,425
23,4	0,466	0,614	0,573	0,611	0,474
25,6	0,660	0,610	0,646	0,672	0,575
27,5	0,620	0,660	0,646	0,631	0,650

Табл. 3. Эффективность ступени контакта, E_{mL}

w, м/с	L, л/ч				
	143,7	257	316	375	440
18,0	0,702	0,438	0,388	0,355	0,290
20,9	0,614	0,674	0,408	0,361	0,293
23,4	0,698	0,462	0,390	0,377	0,354
25,6	0,664	0,490	0,392	0,431	0,376
27,5	0,598	0,553	0,437	0,447	0,346

константа равновесия; G, L — расходы газа и жидкости моль/ч; k — доля проскока,

При исследовании массообмена в каждом опыте замеряли эффективность отдельных элементов и всей ступени контакта. Данные приведены в табл. 2 и 3.

Значение k рассчитывали по соотношению

$$k = 1 - \frac{l_{\text{э}}}{L_{\text{т}}}, \quad (2)$$

где $l_{\text{э}}$ и $L_{\text{т}}$ — количество жидкости, поступающей в элемент и на ступень, соответственно, л/ч.

Расчеты эффективности $E_{\text{мл}}$ по (1) проведены на ЭВМ. Среднее отклонение расчетных значений от экспериментальных по 25 опытам (рис. 1) составляет 16,6%.

К расчету были привлечены данные для ступени с подводом жидкости через трубочки другого сечения (повлиявшим на количество жидкости, поступающей в элемент). Для этой серии опытов среднее отклонение укладывается в 20,1%.

Результаты расчетов дают основание полагать, что предложенное математическое описание эффективности прямоточной ступени контакта отвечает условию адекватности реальному процессу. Упрощенное выражение для расчета эффективности ступени контакта (1) применимо при условии $l_{\text{э}}/L_{\text{т}} < 1$.

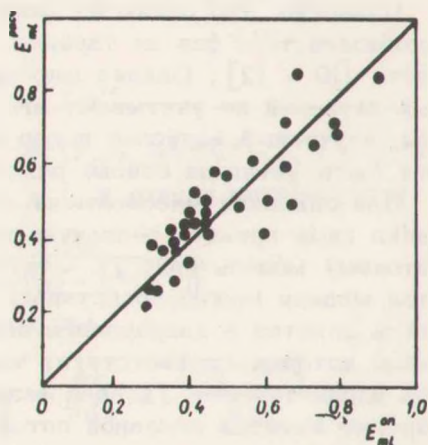


Рис. 1. Сравнение экспериментально полученных значений эффективности тарелки с расчетными по (1).

Л и т е р а т у р а

1. Зорина Г.И., Кацашвили В.Г., Ершов А.И. Химия и химическая технология, в. 8. Минск, 1975. 2. Кацашвили В.Г., Зорина Г.И., Ершов А.И. Химия и химическая технология, в. 9, Минск, 1975. 3. Авторское свидетельство № 401376. -- "Бюлл. изобрет.", 1973, №4. 4. Левеншпиль О. Инженерное оформление химических процессов. М., 1969.

В.И. Жалковский, А.И. Ершов

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАССООБМЕННОЙ ТАРЕЛКИ С ПРЯМОТОЧНО-ЦЕНТРОБЕЖНЫМИ КОНТАКТНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Для расчета массообменных аппаратов и отдельных контактных ступеней с прямоточным взаимодействием фаз предложены различные методики [1 - 6]. В последнее время все более широкое распространение находят чисто математические модели [4,5,7 - 9]. Проверка условий адекватности их в некоторых случаях показывает достаточно удовлетворительную сходимость с опытными данными. Вместе с тем для более точного описания эффективности ступеней необходимо учитывать влияние как основных, так и побочных факторов.

Известно, что одним из факторов, снижающих эффективность взаимодействия фаз на тарелке, является перемешивание жидкости [10 - 12]. Однако многие модели прямоточных контактных ступеней не учитывают его влияния. Процесс перемешивания, изученный наиболее полно на барботажных тарелках, может быть учтен на основе различных подходов [11, 13 - 14].

Для описания массообмена на прямоточно-центробежной тарелке нами принята рециркуляционная (секционная с обратным потоком) модель (рис. 1). Структура потоков на ступени по этой модели можно представить следующим образом. Вся жидкость делится в направлении основного движения на s секций, число которых соответствует числу рядов контактных элементов вдоль течения. Газовая фаза также делится по секциям. На тарелке имеется основной поток жидкости L и рециркуляционный от секции к секции с величиной циркуляции q . Кроме того, в каждой секции имеется циркулирующий потока l . В пре-