

Член-корреспондент АН СССР В. В. КАФАРОВ,
В. В. ШЕСТОПАЛОВ, Ю. А. КОМИССАРОВ, В. Г. ЕФАНКИН

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРЫ ПОТОКА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ МАССООБМЕННЫХ АППАРАТОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ РАЗМЕРОВ

Приведенная в работе ⁽¹⁾ зависимость эффективности массопередачи на тарелке, с учетом параметров модели структуры потока жидкости, была проанализирована на ЭВМ «Минск-32».

Тщательный анализ показал, что влияние зон полного перемешивания на входе или выходе потока, параметра Пекле в диффузионных зонах I и II, доли рециркулирующих и байпасирующих потоков на эффективность массопередачи различно в зависимости от диапазона изменения фактора $\lambda\eta_{0y}$ (λ — фактор диффузионного потенциала, η_{0y} — локальная эффективность), который зависит от состава разделяемых смесей и гидродинамических условий на тарелке. На рис. 1—4 представлены результаты анализа.

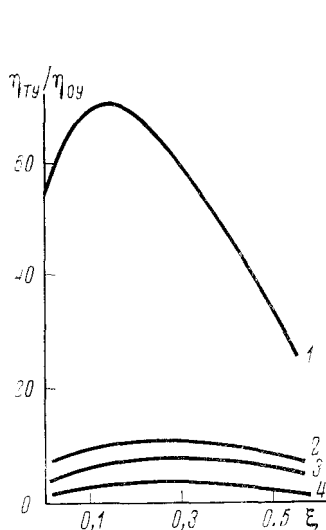


Рис. 1

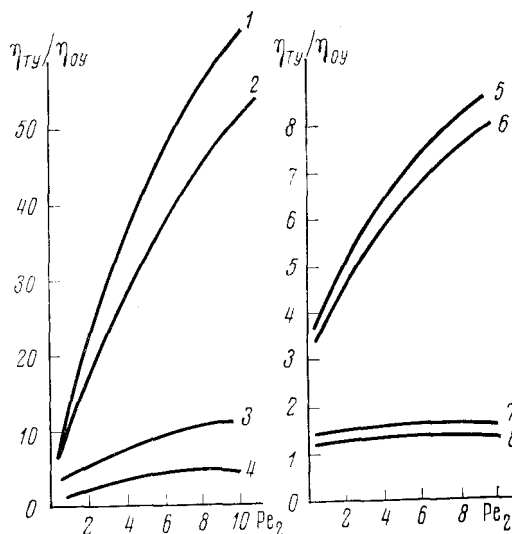


Рис. 2

Рис. 1. Зависимость величины η_{Ty}/η_{0y} от параметра ξ при отсутствии поперечной неравномерности $Re_1=Re_2=10$, $R=0$, $\xi_2=\xi_6=0$, $\xi_1=\xi_5$. Здесь и на рис. 4: 1 — $\lambda\eta_{0y}=10$, 2 — $\lambda\eta_{0y}=5$, 3 — $\lambda\eta_{0y}=3$, 4 — $\lambda\eta_{0y}=1$

Рис. 2. Зависимость величины η_{Ty}/η_{0y} от параметра Re при $\xi_1=\xi_2=\xi_5=\xi_6=0$. 1—3 — $\lambda\eta_{0y}=10$, $R=0$; 4, 5 — $\lambda\eta_{0y}=5$, $R=0$; 6 — $\lambda\eta_{0y}=1$, $R=0$; 7 — $\lambda\eta_{0y}=0,5-1,0$, $R=0-\infty$, $Re=0-\infty$

Как видно из рис. 1, изменение зоны полного перемешивания (ξ) от нуля до середины тарелки, при отсутствии поперечной неравномерности, рециркулирующих и байпасирующих потоков и постоянстве локальной эффективности, снижает эффективность массопередачи на тарелке в 1,5 раза ($\lambda\eta_{0y}=1-3$), и в 1,5—2,2 раза ($\lambda\eta_{0y}=5-10$).

Экстремальный характер величины η_{Ty}/η_{0y} при $\xi=0,11$ можно объяснить тем, что с увеличением зоны полного перемешивания уменьшается

длина диффузионной зоны, что, в свою очередь, приводит к уменьшению коэффициента продольного перемешивания ($Pe = \text{const}$).

Из рис. 2 видно, что с ростом величины Пекле наблюдается возрастающий, экспоненциальный характер изменения величины эффективности массопередачи для фактора $\lambda\eta_{0y} = 5-10$, а при $\lambda\eta_{0y} = 1-3$ эффективность массопередачи мало изменяется с ростом величины Пекле.

Наличие поперечной неравномерности типа $Pe_1 = 2Pe_2 = 4-10$ снижает эффективность массопередачи на тарелке, при условии постоянства ло-

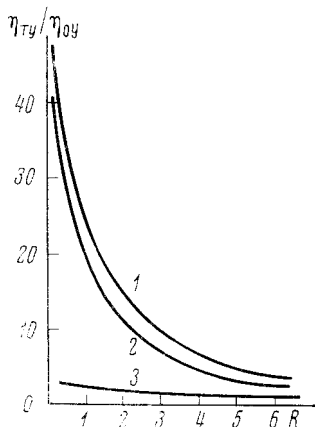


Рис. 3

Рис. 3. Зависимость величины $\lambda\eta_{Ty}/\eta_{0y}$ от доли рециркулирующего потока R . 1 — $\lambda\eta_{0y} = 10$, $Pe_1 = Pe_2 = 10$; 2 — $\lambda\eta_{0y} = 10$, $Pe_1 = 2Pe_2 = 10$; 3 — $\lambda\eta_{0y} = 0,5-1,0$; $Pe_1 = Pe_2 = 0-\infty$

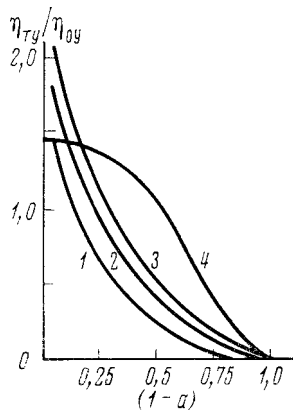


Рис. 4

Рис. 4. Зависимость величины η_{Ty}/η_{0y} от доли байпасирующего потока $(1-a)$ при $Pe_1 = Pe_2 = 1$ и $\xi_1 = \xi_2 = \xi_3 = \xi_4 = 0$, $R = 0$

кальной эффективности, в 1,18–1,7 раза ($\lambda\eta_{0y} = 5-10$) и в 1,27 раза ($\lambda\eta_{0y} = 1-3$).

Из рис. 3 видно, что при величине рециркулирующего потока $R > 5$ эффективность массопередачи во всем диапазоне изменений фактора $\lambda\eta_{0y}$, величин Пекле в диффузионных зонах I и II и размеров зон полного перемешивания на входе или выходе потока, практически не меняется и приближается к 1, т. е. комбинированная модель массопередачи вырождается в модель полного перемешивания по обоим фазам. Когда величина рециркулирующего потока составляет 1,0, эффективность массопередачи на тарелке снижается в 1,67 раза ($\lambda\eta_{0y} = 1-3$) и в 3,0–7 раз $\lambda\eta_{0y} = 5-10$ при отсутствии поперечной неравномерности. При $\lambda\eta_{0y} = 0,6-1,0$ эффективность массопередачи с ростом рецикла от 0 до ∞ практически не меняется.

Из рис. 4 видно, что наличие 10% байпасирующего потока приводит к уменьшению эффективности массопередачи в 1,04–23 раза ($\lambda\eta_{0y} = 1-3$) и в 5,2–63 раза ($\lambda\eta_{0y} = 5-10$).

В результате обработки экспериментальных данных, полученных на установке с ситчатыми переливными барботажными тарелками диаметром 700 и 1200 мм, получены следующие эмпирические зависимости:

$$\eta_{Ty}/\eta_{0y} = 1,0345 + 0,069L - 0,06\omega + 1,15h_{\text{сн}} - 0,25D_{\text{ап}} + 0,22\lambda\eta_{0y},$$

при изменении фактора $\lambda\eta_{0y}$ от 1 до 3;

$$\eta_{Ty}/\eta_{0y} = 0,778 + 0,459L - 0,423\omega + 4,815h_{\text{сн}} - 1,469D_{\text{ап}} + 0,435\lambda\eta_{0y},$$

при изменении фактора $\lambda\eta_{0y}$ от 3 до 10,

где η_{Ty} — эффективность тарелки; L — расход жидкости, м³/час; ω — скорость газа в полном сечении аппарата, м/сек; $h_{\text{сн}}$ — высота сливной перегородки, м; $D_{\text{ап}}$ — диаметр аппарата, м.

Анализ этой зависимости показывает, что увеличение диаметра аппарата, при прочих равных условиях и постоянстве локальной эффективности по всей площади барботажа, снижает эффективность тарелки.

Таким образом открывается возможность количественной оценки наблюдаемого на практике снижения эффективности аппаратов промышленных размеров. С ростом расхода по жидкости наблюдается повышение величины $\eta_{\text{ж}}/\eta_{0\text{ж}}$, в то время как в работе ⁽²⁾ наблюдалось обратное явление. Это лишний раз подтверждает наличие байпасирующего потока на исследуемых в работе ⁽²⁾ тарелках, а байпас с ростом расхода по жидкости растет ^(3, 4) и тем самым снижает эффективность тарелки.

С ростом скорости газа в полном сечении аппарата величина $\eta_{\text{ж}}/\eta_{0\text{ж}}$ падает, что связано с повышением продольного перемешивания жидкости на тарелке.

✻

Московский химико-технологический институт
им. Д. И. Менделеева

Поступило
13 V 1975

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. В. Кафаров, В. В. Шестопалов и др., ДАН, т. 223, № 1 (1975). ² И. А. Александров, автореф. докт. дисс., М., МИНХиГП, 1970. ³ В. В. Шестопалов, автореф. докт. дисс., М., МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1972. ⁴ Э. Ш. Эльмурзаев, автореф. канд. дисс., М., МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1972.