

УДК 66.071.7

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

В. М. РАММ, А. А. ЗАМИНЯН, Н. А. ВЕСЕЛОВА

ИССЛЕДОВАНИЕ МАССООБМЕНА В АБСОРБЕРАХ С ПСЕВДООЖИЖЕННОЙ НАСАДКОЙ

(Представлено академиком С. И. Вольфковичем 19 IX 1974)

За последние годы проведено довольно много работ по изучению массообмена в абсорберах с псевдооживленной шаровой насадкой (а.п.н.). Исследования массообмена в а.п.н. при сопротивлении, лимитируемом жидкой фазой (что характерно для случая поглощения плохо растворимых газов), изучено в сравнительно небольшом числе работ (¹⁻⁴). В этих работах исследовали массоотдачу при десорбции кислорода из воды (¹), при десорбции CO₂ (²) и при десорбции брома (³). В работе (⁴) коэффициент массоотдачи определяли графически из коэффициента массопередачи при ректификации смеси этанол — вода.

В большинстве работ определяли коэффициент массоотдачи, отнесенный к единице площади опорно-распределительной решетки $\beta_{жс}$, причем принимали модель полного перемешивания жидкости в зоне ступени контакта. В работе (²) на основе экспериментально найденных коэффициентов продольного перемешивания жидкости определяли $\beta_{жс}$, исходя из движущей силы, рассчитанной с учетом степени перемешивания жидкости. При этом оказалось, что значения $\beta_{жс}$, рассчитанные с учетом степени перемешивания, в 1,5—3,5 раза меньше, рассчитанных по модели полного перемешивания; меняется также характер зависимости $\beta_{жс}$ от некоторых факторов.

Исследования сопротивления при массообмене, лимитируемом газовой фазой, что характерно для случая абсорбции хорошо растворимых газов, проводились в ряде работ (⁴⁻⁹). В большинстве этих работ объемный коэффициент массоотдачи, отнесенный к единице статического объема $\beta_{ге}$, выражен в зависимости от скорости газа W , плотности орошения U и статической высоты насадочного слоя $H_{ст}$ (м) посредством эмпирического уравнения

$$\beta_{ге} = AW^m U^n H_{ст}^{-p}. \quad (1)$$

Исследования дают сильно различающиеся значения показателя m в уравнении (1), изменяющиеся от 1 до 1,85; показателя n от 0,15 до 0,4; показателя p от 0,33 до 0,77.

В рассмотренных выше работах по изучению массообмена, лимитируемого жидкой и газовой фазой, исследования проводили в лабораторных колоннах небольшого диаметра (50—250 мм) и пользовались шарами малых диаметров (9—29 мм).

Для выявления влияния на массообмен различных факторов применительно к условиям работы промышленных абсорберов нами было произведено изучение массообмена при сопротивлении, сосредоточенном в жидкой фазе при десорбции CO₂ из водных растворов, и при сопротивлении, сосредоточенном в газовой фазе при поглощении аммиака водой из искусственно приготовляемой смеси воздух — аммиак. Опыты в обоих случаях проводились на установке диаметром 500 мм, имеющей две секции, образованные опорно-распределительными решетками с долей свободного сечения равной 0,4. Была использована шаровая насадка диаметром 35 и 40 мм при абсорб-

ции аммиака и диаметром 40 мм при десорбции CO_2 , шары имели плотность 214 кг/м³ ($d_{ш}=35$ мм) и 140 кг/м³ ($d_{ш}=40$ мм).

Опыты проводились как с одним слоем насадки в колонне, так и с двумя. Высота неподвижного слоя насадки была 0,15 и 0,3 м, плотность орошения жидкости составляла 5; 10; 15; 25 м/час. Скорость газа в колонне на полное сечение находилась в пределах от 1,5 до 3,0 м/сек. При обработке опытных данных учитывалось продольное перемешивание в жидкой фазе на основе ячейковой модели. Методика проведения опытов учитывала влияние концевых эффектов, а для случая абсорбции аммиака — совпадение данных по балансу жидкой и газовой фазы.

Опытные данные по десорбции CO_2 обрабатывались с целью нахождения зависимости $\beta_{жв}$ от W и U в виде степенной функции. В результате обработки было получено уравнение

$$(\beta_{жв})_{25} = 9,95 \cdot W^{1,36} U^{0,59} \text{ час}^{-1}, \quad (2)$$

где $(\beta_{жв})_{25}$ — коэффициент массоотдачи, отнесенный к единице статического объема насадки при $t=25^\circ\text{C}$; W , м/сек, U , м/час.

Опытные данные по абсорбции аммиака обрабатывались с целью нахождения коэффициентов уравнения (1), причем для учета сопротивления жидкой фазы в опытах с аммиаком были использованы полученные нами данные по десорбции CO_2 . Было получено уравнение линейной регрессии между $\lg \beta_{гг}$ и логарифмами величин W , U , $H_{ст}$, в результате чего определены значения постоянных в уравнении (1): $A=3980$; $m=1,5297$; $n=0,2344$; $p=0,4170$; округляя значения постоянных, зависимость для определения $\beta_{гг}$ можно представить в виде

$$\beta_{гг} = 3980 W^{1,53} U^{0,234} H_{ст}^{-0,42}, \text{ час}^{-1}. \quad (3)$$

Уравнения (2) и (3) дают совпадение расчетных и опытных величин с точностью $\pm 15\%$ и рекомендуются для расчета абсорберов с псевдоожженной насадкой промышленных размеров.

Научно-исследовательский институт
по удобрениям и пестицидам
им. Я. В. Самойлова

Поступило
16 IX 1974

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Д. Еленков, А. Косев, Теор. осн. хим. технол., № 1, 110 (1970). ² А. В. Беспалов, Канд. дисс. МХТИ им. Менделеева, 1971. ³ Д. В. Иванов, С. В. Кан и др., Хим. и технол. топлив и масел, № 12, 7 (1968). ⁴ В. Н. Соколов, Канд. дисс. Моск. инст. тонк. хим. техн. им. Ломоносова, 1972. ⁵ А. П. Жуков, Канд. дисс., МХТИ им. Менделеева, 1971. ⁶ И. Г. Бляхер, Л. Я. Живайкин, Н. А. Ветлугина, Тр. Уральск. н.-и. хим. инст., в. 20, 152 (1971); И. Г. Бляхер, Н. А. Ветлугина, Л. Я. Живайкин, там же, в. 25, 57 (1973). ⁷ Н. И. Гельперин, Е. И. Бухаркин и др., Химич. нефтехимич. маш., № 1, 15 (1973). ⁸ В. С. Буркат, Канд. дисс. Всесоюз. н.-и. и проект. ин-т алюм. магн. и электродн. пром., Л., 1973. ⁹ Г. Г. Братчиков, Канд. дисс., МХТИ им. Менделеева, 1973.