

А.И.Ершов, А.П.Годдар, А.И.Карпович

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ И МАССООБМЕНА БАРБОТАЖНО-ПРЯМОТОЧНЫХ КОНТАКТНЫХ СТУПЕНЕЙ

Поиски путей интенсификации процессов взаимодействия газ-жидкостных систем привели к созданию на уровне изобретений [1,2] барботажно-прямоточных ступеней (БПС) контакта с циркулирующей и без циркулирующей жидкости. БПС представляют собой ситчатое подотто с установленным на нем усеченным конусом, являющимся контактной камерой. Верхнее основание конуса заканчивается многощелевой решеткой, которая вместе с отбойным конусом является углом сепарации фаз.

Промышленные испытания опытных образцов без циркуляционных БПС при охлаждении углекислого газа показали высокую эффективность и позволили осуществить их внедрение в ряде производств Гродненского производственного объединения "Азот", а также рекомендовать для исследований БПС с циркулирующей жидкостью на ступени.

Нами проведены полупромышленные испытания БПС с циркулирующей жидкостью в аппарате диаметром 290 мм при абсорбции оксидов азота из разбавленных нитроэтиленовых газов растворами слабой азотной кислоты.

Для сравнения эффективности работы при одинаковых условиях в этом же аппарате была испытана ситчатая тарелка с геометрическими параметрами близкими к параметрам тарелок, установленных в верхней части промышленных абсорберов данного производства.

Испытания показали, что эффективность барботажно-прямоточных ступеней в 3-3,5 раза выше ситчатых тарелок. В результате чего появилась возможность на 25-30% уменьшить концентрацию оксидов азота в выходящих газах после абсорбционной колонны.

С целью более широкого применения барботажно-прямоточных ступеней контакта в промышленности и разработки методики их инженерного расчета выполнены исследования гидродина-

ки и массообмена в лабораторных условиях.

Опыты проводились на системе вода — воздух и включали определение диапазона устойчивой работы и расхода жидкости в контактной камере.

Минимально допустимая скорость газа, соответствующая провалу жидкости с оштученого полотна, определяется по известным зависимостям [3]. После прекращения провала с увеличением скорости газа наступает переходный режим, а затем барботажно-прямоточный. При переходном режиме имеют место пульсации и интенсивный брызгунос. Верхняя граница переходного режима зависит от геометрических характеристик, высоты уровня осветной жидкости на тарелке и для исследованных БПС колеблется в пределах 0,7–1 м/с (здесь и далее скорость газа W приводится в расчете на сечение аппарата диаметром 290 мм).

В прямоточном режиме работы БПС наступает момент, когда сопротивление движению газо-жидкостного потока через контактную камеру и сепарационную решетку начинает превышать гидростатическое давление уровня осветной жидкости (H) на тарелке и происходит прокок газа через периферийный зазор δ для подвода жидкости в зону контакта.

Предельная скорость газа в прямоточном режиме работы БПС зависит от H и сечения выхода сепарационной решетки. В наших опытах предельная скорость W достигала 4–6 м/с и не зависела от δ , составлявшего 10–12% высоты сепарационной решетки. Увеличение δ сверх указанных значений недопустимо из-за опасности нарушения прямоточного режима работы при определенных W .

Зависимость расхода жидкости (L) в контактной камере в переходном и прямоточном режимах от W носит экстремальный характер.

Во время опытов расход жидкости в контактной камере, отнесенный к рабочей площади оштученого полотна (плотность орошения ℓ), колебался в зависимости от указанных выше факторов в пределах 10–330 м³/м²ч.

Исследование массообмена проводилось при абсорбции аммиака из аммиачно-воздушной смеси водой и десорбции углекислого газа из водного раствора. С целью упрощения про-

ведения эксперимента жидкость подавалась принудительно в контактную камеру по периферийному подводу.

Определялась эффективность ступени (β) и объемные коэффициенты массоотдачи в газовой (β_r) и жидкой (β_m) фазах, отнесенные к объему контактной камеры.

Установлено, что при абсорбции аммиака β и объемный коэффициент массоотдачи β_r с увеличением плотности орошения изменяются незначительно. С изменением l в 3,5 раза относительное изменение β составило 10-15%. Коэффициент массоотдачи в газовой фазе β_r пропорционален $l^{0,203}$.

Скорость газа оказывает значительно большее, чем плотность орошения, влияние, как на эффективность, так и на коэффициент массоотдачи.

Зависимость коэффициента массоотдачи от скорости газа в логарифмических координатах изображается прямой ($\beta_r \sim W^m$) с переломом в точке изменения переходного режима к прямоточному. Для переходного режима $m \approx 2$, а для прямоточного $m = 0,84$. Абсолютные значения β для исследованных БПС находятся в пределах 0,7-0,9, а $\beta_r = 5-90$ 1/с.

При десорбции углекислого газа с увеличением l эффективность снижается, а объемный коэффициент массоотдачи увеличивается пропорционально $l^{0,7}$. Так же, как и при абсорбции аммиака отмечена различная при разных режимах зависимость эффективности и коэффициента массоотдачи от скорости газа.

Характер изменения $\beta_m = f(w)$ аналогичен зависимости $\beta_r \sim W^m$, однако, при разном весовом соотношении фаз m изменяется в пределах 1,3-1,45. Абсолютные значения β в исследованном интервале параметров составляют 0,5-0,85, а $\beta_m = 0,03-0,4$ 1/с.

Л и т е р а т у р а

1. Ершов А.И., Плехов И.М., Соловьев Г.И., Карпович А.И. Авт.свид. СССР № 454033. Бюлл.изобр., № 47, 1975.
2. Карпович А.И., Соловьев Г.И., Плехов И.М., Ершов А.И. Авт.свид. СССР № 480422. Бюлл.изобр., № 30, 1975.
3. Рамм В.М. Абсорбция газов. М., 1976.