

А.И. Ершов, докт. техн. наук,
С.К. Протасов, В.И. Жалковский

ИССЛЕДОВАНИЕ УНОСА ЖИДКОСТИ В КОЛОННАХ С КОНТАКТНЫМИ ТАРЕЛКАМИ ЭЛЕМЕНТНОГО ТИПА

Вопросом сепарации жидкой фазы из газов (паров) после их взаимодействия занимаются в равной мере при разработке и проектировании выпарных, абсорбционных и ректификационных установок. Особенно остро данный вопрос стоит по отношению к массообменным колоннам при больших объемных расходах фаз, сопровождающихся явлением массового брызгоуноса, что приводит к резкому снижению к.п.д. аппаратов, потере ценных продуктов и загрязнению атмосферы. Это в некоторой степени относится и к новым скоростным контактными устройствами элементного типа [1--6].

Имеющиеся результаты исследований по уносу получены в основном на ступенях контакта одноэлементного типа и не могут быть использованы при проектировании скоростных колонн с многоэлементными тарелками.

В настоящей статье приведены результаты изучения уноса жидкости с одно- и многоэлементными ступеней контакта, которые отличались способом ее подвода в элементы. Необходимо было сопоставить унос с тарелки и с отдельного элемента. Использовались ранее полученные результаты [6], когда подвод жидкости осуществлялся по трем радиальным трубкам, через кольцевую щель и по U-образной трубке (рис. 1).

На рисунке представлена схема аппарата для изучения уноса. В корпусе 1 диаметром 140 мм устанавливалась исследуемая тарелка 2 с одним или несколькими контактными элементами, имеющими внутренний диаметр 32 мм и длину 4,5d. Закрутка потока осуществлялась осевым закручивателем с углом наклона лопастей к горизонтали 40° . Подводящие каналы для жидкости во всех случаях имели одинаковую площадь поперечного сечения ($\sim 60 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$). Разделение фаз в элементе осуществлялось с помощью отбойного колпачка (ширина кольцевого зазора $\sim 2,5$ мм).

В случае одноэлементной тарелки внутри колонны помещалась ложная обечайка 7 диаметром 60 мм, показанная на схеме пунктирной линией. Живое сечение тарелок во всех случаях поддерживалось равным 28%. За опытной на расстоянии

290 мм устанавливалась неорошаемая тарелка 3 аналогичных конструкций и размеров и объемный сепаратор 4, в которых собиралась жидкая фаза, уносимая с опытной тарелки.

Для замера первичного уноса, т.е. количества жидкости, увлекаемой основным потоком газа из элемента, служил объемный сепаратор, устанавливаемый на отбойном колпачке. Расход унесенной жидкости измерялся с помощью мерного сосуда 5. Насыщение газа жидкостью в опытах не производилось. Баланс по жидкости устанавливался на основе показаний психрометров 6.

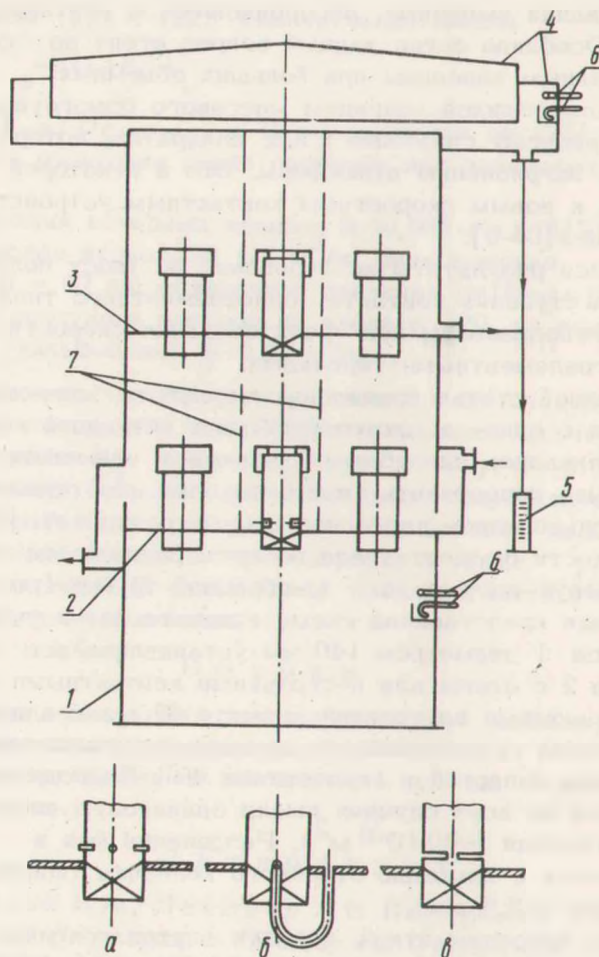


Рис. 1. Схема опытной колонны: а — радиальные трубки; б — U-образные трубки; н — кольцевая шель.

Опыты проводились на системе воздух-вода, как одной из самых распространенных в различных производствах. Среднеосевая скорость газа в элементах изменялась от 10 до 30 м/с. Высота слоя жидкости на тарелке во всех опытах поддерживалась равной 30 мм.

На рис. 2 приведены графические зависимости уноса жидкости от среднеосевой скорости газа в контактных патрубках при подводе ее в элементы по радиальным трубкам. Величина уноса выражена в килограммах унесенной жидкости к килограммам жидкости, поступающей в элементы. Каждой точке на графике соответствует среднее арифметическое значение, найденное на нескольких опытах.

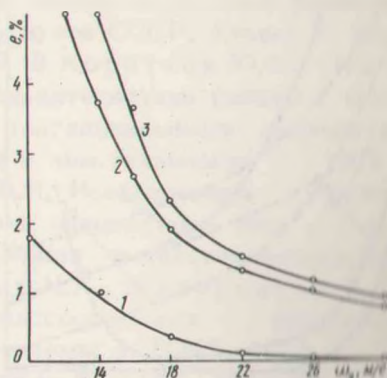


Рис. 2. Зависимость уноса жидкости с тарелки от скорости газа в контактных патрубках при подводе жидкости в элементы по радиальным трубкам; 1 — одноэлементная тарелка; 2 — тарелка с семью элементами; 3 — отдельный контактный элемент.

Согласно графическим зависимостям, во всем исследованном диапазоне скоростей газа величина уноса с одноэлементной тарелки ниже, чем с многоэлементной, а с нее ниже, чем с элемента.

Визуальные наблюдения за работой одноэлементной тарелки показывают, что не все уносимые капли жидкости достигают вышележащей ступени контакта. Часть капель оседает на стенках аппарата и днище верхней тарелки, откуда возвращается обратно на ступень. При работе тарелки с семью элементами уносимые капли от центрального элемента, как правило, достигают тарелок, расположенных выше. С крайних же элементов, как и в случае одноэлементной ступени, часть жидкости отбрасывается на стенку аппарата.

Из вышесказанного следует, что при увеличении диаметра аппарата и соответственно числа элементов доля жидкости возвращающейся обратно на тарелку будет уменьшаться, а общая величина уноса с тарелки приближаться к полному уносу из элемента.

На рис. 3 для сравнения приведены зависимости уноса жидкости с многоэлементных тарелок от среднеосевой скорости газа в контактном пагрубке при различном оформлении узла подвода жидкости в элементы (сплошные линии). Пунктирной линией показана зависимость весового соотношения фаз от скорости газа в контактном элементе. Характерным для всех вариантов является то, что с увеличением скорости газа унос уменьшается, кроме тарелки с подводом жидкой фазы в элементы через кольцевую щель. В этом случае при скорости газа выше 25 м/с функция резко возрастает, что объясняется появлением вторичного уноса [4].

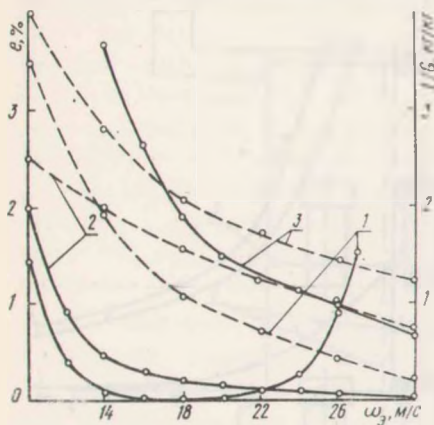


Рис. 3. Зависимость уноса жидкости с тарелки и соотношения фаз в элементах от скорости газа: 1 — кольцевая щель; 2 — U-образная трубка; 3 — радиальные трубки.

Наименьший унос в исследованном диапазоне скоростей газа имеет место у тарелок с подводом жидкости в элементы через U-образную трубку и кольцевую щель. Причем в узком диапазоне скоростей газа периферийный подвод жидкости обладает минимальным уносом. Более высокий унос наблюдается у конструкции с подводом по радиальным трубкам, что объясняется выходом жидкости в приосевую часть элемента в виде струй. У двух же других вариантов подводов этого не наблюдается.

В ы в о д ы

1. Установлено, что доля уносимой с тарелки жидкости (при отсутствии вторичного уноса) не превышает величины уноса с элемента. Следовательно, при разработке многоэлементных тарелок достаточно исследовать полный унос жидкости из элемента.

2. Для процессов с небольшими колебаниями расхода по газовой фазе можно рекомендовать ступени с подводом жидкости в элементы через кольцевую щель, с более широким диапазоном колебаний расхода газовой фазы -- ступени с подводом жидкости в элементы по U-образной или радиальным трубкам.

Л и т е р а т у р а

1 Киселев В.М., Носков А.А., Романков П.Г. Исследование уноса в колоннах с циклонными контактными элементами. -- ЖПХ, 1969, 42, №9, с. 2152. 2 Карпенков А.Ф., Николаев Н.А., Николаев А.М. О возможности повышения производительности массообменных аппаратов за счет увеличения скорости легкой фазы. - "Изв. вузов СССР. Химия и хим. технология", 1971, 14, № 2, с. 309. 3 Коротков Ю.Ф., Николаев Н.А. Гидродинамические характеристики работы массообменных вихревых аппаратов с тангенциальными завихрителями. -- "Изв.вузов СССР. Химия и хим.технология", 1972, 15, №5, с. 800. 4 Жалковский В.И. Исследование работы прямоточно-центробежной тарелки элементного типа при рециркуляции жидкости. -- В сб.: Химия и хим.технология. Вып 7, Минск, 1974, с.177. 5 Николаев Н.А., Жаворонков Н.М. Гидравлические закономерности в массообменных аппаратах вихревого типа с осевыми завихрителями. - ТОХТ, 1973, 7, №3, с. 386. 6 Хориков В.С., Протасов С.К. Влияние подвода жидкой фазы в прямоточное контактное устройство на эффективность массообмена при ректификации. -- В сб.: Химия и хим. технология, Вып. 9. Минск, 1975, с. 153.

УДК 666.1.038

Г.М. Бартенев, докт.хим.наук,
В.А. Вознесенский, докт.
техн.наук, А.Ф. Ковальчук,
И.С. Любимов, канд.техн.наук,
А.И. Трушков

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ОТЖИГА ФЛОАТ-СТЕКЛА И ЕЕ ОПТИМИЗАЦИЯ

При отжиге в листовом стекле возникают остаточные напряжения. Торцевые напряжения образуются из-за перепада температуры по толщине отжигаемой ленты; нормальные -- из-за