

Влияние нестационарных режимов на степень брызгоуноса в колоннах спиртового производства

А. В. КОПЫЛЕНКО, канд. техн. наук **В. М. ТАРАН**, канд. техн. наук **В. Н. ГЕРАЩЕНКО**
КТИПП

Интенсивность массопередачи зависит от скорости паровой фазы в колонне. Однако при ее возрастании одновременно с развитием поверхности контакта, благоприятно влияющей на процесс массообмена [3], увеличивается степень брызгоуноса, существенно снижающая движущую силу процесса. Поэтому при разработке новых конструкций контактных устройств и технологических режимов следует ориентироваться на создание развитой поверхности контакта при минимальном воздействии продольного перемешивания от брызгоуноса.

Этим требованиям удовлетворяет циклический режим работы массообменной аппаратуры [4].

На базе пилотной установки КТИПП исследовали степень уноса жидкости в зависимости от интенсивности орошения L , скорости газа в колонне v , конструктивных особенностей контактных устройств и длительности периодов цикла в нестационарном режиме как факторов, определяющих пределы устойчивой работы контактных устройств и характеризующих величину продольного переме-

шивания и движущей силы по высоте колонны. Для этой цели были изготовлены комплекты наиболее распространенных в спиртовой промышленности колпачковых тарелок, свободное сечение которых составляло 8%, переливное устройство сегментного типа со свободным сечением — 15%, и ситчатых провальных тарелок, свободное сечение которых составляло 10, 12, 14%, диаметр отверстий 9 мм.

Степень брызгоуноса определяли измерением массы жидкости, унесенной потоком воздуха на верхнюю тарелку, снабженную для улавливания жидкости ловушкой-сепаратором. В каждом опыте конструкция верхней тарелки была аналогична исследуемой. Для сравнения результатов параллельно с исследованием уноса в циклическом режиме производили идентичные измерения в стационарных условиях.

Для различных типов тарелок [2] допустимая норма уноса рекомендуется в пределах 0,1—0,2 кг жидкости на 1 кг газа. Как свидетельствуют результаты эксперимента, представленные на рис. 1, 2, для исследуемых

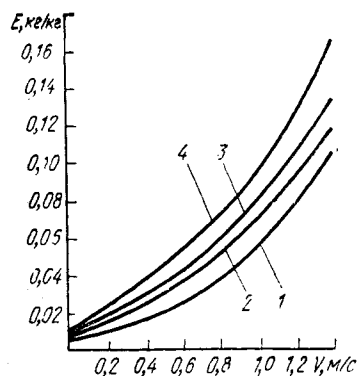


Рис. 1. Зависимость брызгоуноса (E , кг/кг) от длительности цикла для колпачковых тарелок при $L=0,0033 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$:
1 — 3 с; 2 — 6 с; 3 — 9 с; 4 — стационарный режим

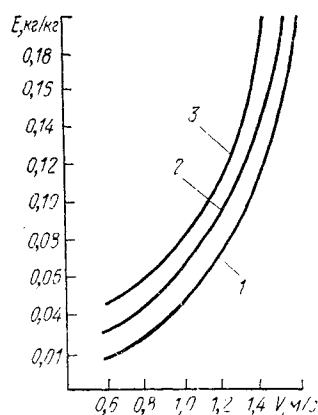


Рис. 2. Зависимость брызгоуноса (E , кг/кг) от интенсивности орошения L в колонне с провальными тарелками ($S_{\text{в}}=12\%$; $\tau_n=2 \text{ с}$; $\tau_{\text{ж}}=1 \text{ с}$):
1 — $0,0025 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$; 2 — $0,005 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$; 3 — $0,0083 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$

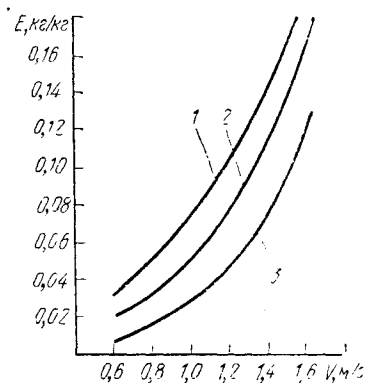


Рис. 3. Зависимость брызгоуноса (E , кг/кг) от величины свободного сечения провальных тарелок ($L=0,0028 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$; $\tau_n=3 \text{ с}$; $\tau_{\text{ж}}=3 \text{ с}$):
1 — 10%; 2 — 12%; 3 — 14%

тарелок брызгоунос повышается при возрастании жидкостной нагрузки и скорости газовой фазы в свободном сечении колонны. Уменьшение свободного сечения ситчатых провальных тарелок приводит к росту уноса (рис. 3). При работе колонны в циклическом режиме влияние длительности цикла и отдельных его периодов на степень уноса выражена достаточно четко (рис. 1). При нестационарных режимах по сравнению со стационарными условиями резко снижается брызгоунос, особенно при повышенных скоростях газовой фазы, граничащих со скоростями захлебывания. Это объясняется тем, что, как и всякий гидродинамический процесс, режим захлебывания колонны после достижения соответствующих условий устанавливается не мгновенно, а в течение какого-то промежутка времени. Длительность подачи газа в циклическом режиме такова ($\tau_n=1 \div 5 \text{ с}$), что инверсия фаз в колонне не успевает развиться. Таким образом, в результате последовательного осуществления газового и жидкостного периодов удается поддерживать работу колонны в высокоэффективном режиме эмульгирования, близком к захлебыванию и наиболее благоприятном с точки зрения массопередачи [1], сохраняя при этом степень брызгоуноса в норме. Существенная роль в этом принадлежит жидкостному периоду, когда наступает срыв инверсии фаз. Длительность должна быть такова, чтобы обеспечить полное слияние пены, брызг и витающих в сепарационном пространстве капель.

При скорости воздуха $0,2-0,4 \text{ м/с}$ для тарелок провального типа и колпачковых переход к циклическому режиму практически не влияет на величину брызгоуноса.

В результате математической обработки экспериментальных данных по методу наименьших квадратов были выведены расчетные зависимости для каждого типа тарелок, адекватно описывающие зависимость степени уноса жидкости (E , кг/кг) от различных параметров циклического процесса:

для колпачковых тарелок

$$E = 0,04 \cdot v^{0,74} \cdot \tau_n^{0,1},$$

где τ_n — длительность цикла, с;

для провальных тарелок

$$E = 13,6L^{0,47} v^{2,32} - \tau_{\text{ц}}^{0,23} S_{\text{св}}^{-2,92},$$

где $S_{\text{св}}$ — величина свободного сечения, %.

Средняя величина расхождения между расчетными и экспериментальными величинами не превышает 10%.

Анализ результатов исследования величины уноса в циклическом и стационарном режимах свидетельствует, что применение нестационарных режимов работы массообменной аппаратуры способствует уменьшению количества унесенной жидкости и соответственно снижению продольного пере-

мешивания в колонне, расширению диапазона рабочих скоростей жидкой и паровой фаз в сторону увеличения и, следовательно, росту пропускной способности колонн аппарата.

Список использованной литературы

1. Кафаров В. В. Основы массопередачи.—М.: Высшая школа, 1972.
2. Касаткин А. Г., Плановский А. П., Чехов О. С. Расчет тарельчатых ректификационных и абсорбционных аппаратов.—М.: Стандартгиз, 1961.
3. Стабников В. Н. Перегонка и ректификация этилового спирта.—М.: Высшая школа, 1964.
4. J. R. Mc. Whirter, M. R. Cannon. Controlled cycling distillation.—Industrial Engineering Chemistry, v. 53, 1961, N 8.