

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕКТИФИКАЦИИ В КОЛОННЕ С ПЕРФОРИРОВАННЫМ СПИРАЛЕОБРАЗНЫМ КОНТАКТНЫМ ЭЛЕМЕНТОМ

Сообщение 1

В. И. КОСИНЦЕВ, В. П. ПИЩУЛИН, Г. М. ИЗМАЙЛОВ

(Представлена научным семинаром кафедры процессов, аппаратов
и кибернетики химических производств)

Разработка и исследование высокопроизводительной и эффективной массообменной аппаратуры для системы газ (пар) — жидкость является одним из основных направлений современных научных исследований в области массопередачи. С целью интенсификации процессов массопередачи в последнее время разрабатывается целый ряд конструкций вихревых контактных элементов колонн [1].

На кафедре процессов и аппаратов химических производств ХТФ ТПИ для интенсификации ряда процессов абсорбции и ректификации применен контактный элемент, выполненный в виде непрерывающейся однозаходной спирали из ситчатой ленты, разработанный Ю. И. Собчуком, Н. Г. Елухеном и Л. С. Аксельродом [2] и частично усовершенствованный авторами. Аппарат для проведения процессов абсорбции и ректификации представляет собой колонну и состоит из корпуса и шнекообразного элемента, выполненного из спиральной ситчатой ленты, внутренний торец которой закреплен на стержне, центрированном в корпусе аппарата. Между двумя соседними витками спирали по всей ее длине, через определенные интервалы, установлены перегородки из газонепроницаемого материала для движения газовой фазы через отверстия в контактном элементе и предотвращения движения ее по межвитковому пространству. Каждая перегородка прикреплена к плоскости верхнего витка таким образом, что между нижней кромкой перегородки и нижним витком спирали остается зазор для движения жидкой фазы по спирали и выравнивания толщины слоя жидкости. Жидкость (поглотитель при абсорбции или флегма при ректификации) поступает в колонну на верхний виток ситчатой спирали и под действием сил тяжести стекает тонким слоем вниз по спиралеобразному контактному элементу. Газовая или паровая фаза поднимается снизу вверх по колонне, последовательно барботирует через слои жидкости на каждом витке спирали, при этом происходит интенсивный тепло- и массообмен. В лаборатории кафедры процессов, аппаратов и кибернетики химических производств проведены испытания модели контактного элемента с внешним диаметром витка 56 мм, шагом винтовой спирали 40 мм, живым сечением отверстий диаметром 2,5 мм 14%.

В данном сообщении приведены результаты испытаний лабораторной модели установки с перфорированным спиралеобразным контактным элементом.

Исследования гидродинамики процесса в контактном элементе были проведены для системы вода — воздух в интервале скоростей газа в свободном сечении $2,5 \cdot 10^{-2} \text{ м/сек} \div 14 \cdot 10^{-2} \text{ м/сек}$ при плотностях орошения от $0,26$ до $0,45 \text{ г/см}^2 \cdot \text{сек}$. Аналогичные исследования для сравнения проводились на ситчатых тарелках с неорганизованным переливом жидкой фазы, причем живое сечение отверстий диаметром $2,5 \text{ мм}$ составляло также 14% .

Как показали исследования, при плотностях орошения $0,26 \div 0,45 \text{ г/см}^2 \cdot \text{сек}$, устойчивый гидродинамический режим работы колонны наблюдался при скоростях газа в свободном сечении от $4 \cdot 10^{-2}$ до $8 \cdot 10^{-2} \text{ м/сек}$. Перепад давления составлял при этом соответственно $15\text{—}20 \text{ мм}$ водяного столба.

Было установлено, что при одинаковых условиях проведения опытов гидравлическое сопротивление колонны с перфорированным спиралеобразным контактным элементом в $1,5 \div 2$ раза меньше, чем для колонны с плоской ситчатой тарелкой.

Большое влияние на характер движения жидкости по колонне оказывал выбор зазора между поверхностью витка и нижней кромкой радиальных перегородок. Установлено, что для выравнивания толщины слоя жидкости по сечению витка и предотвращения проскока газовой фазы по межвитковому пространству высота зазора должна составлять около $1/3$ толщины слоя жидкости на витке.

Процесс ректификации был исследован для системы этиловый спирт — вода с концентрацией спирта в исходной смеси $8\text{—}12\%$.

Результаты исследования показали, что перфорированный спиралеобразный контактный элемент по сравнению с ситчатыми тарелками обеспечивает, при прочих равных условиях, более высокую концентрацию спирта в дистилляте (на 2%) и наиболее устойчивую работу при колебаниях нагрузок по паровой и жидкой фазам.

Так, например, для колонны с ситчатыми тарелками и неорганизованным переливом жидкой фазы устойчивый режим колонны соответствовал плотностям орошения $0,07 \div 0,17 \text{ г/см}^2 \cdot \text{сек}$, а для колонны с перфорированным спиралеобразным контактным элементом — $0,26 \div 0,45 \text{ г/см}^2 \cdot \text{сек}$ в интервале скоростей пара в свободном сечении для обеих колонн $4 \cdot 10^{-2} \div 8 \cdot 10^{-2} \text{ м/сек}$.

Выводы

1. Проведены испытания колонного аппарата с перфорированным спиралеобразным контактным элементом для процесса ректификации.
2. Установлено, что перфорированный спиралеобразный контактный элемент уменьшает гидравлическое сопротивление колонны в $1,5 \div 2$ раза по сравнению с ситчатыми тарелками при прочих равных условиях, увеличивает скорость процесса массопередачи, обеспечивает устойчивый режим работы в более широком интервале нагрузок по жидкой и паровой фазам.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Н. Стабников. Расчет и конструирование контактных устройств ректификационных и адсорбционных аппаратов. Киев, Изд-во «Техника», 1970.
2. Ю. И. Собчук, Н. Г. Елухен, Л. С. Аксельрод. Авторское свидетельство СССР, класс 12 а, 5, № 85573, 1950.