

Бальчугов Алексей Валерьевич,

д.т.н., профессор кафедры МАХП, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: balchug@mail.ru

Бадеников Артем Викторович,

к.т.н., ректор, Ангарский государственный технический университет, e-mail: rector@angtu.ru

ИНДИКАТОРНЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ КОНТАКТНОГО УСТРОЙСТВА

Balchugov A.V., Badenikov A.V.

INDICATOR METHOD OF INVESTIGATION OF CONTACT DEVICE

Аннотация. Предлагается использовать индикаторный метод для экспериментального определения среднего времени пребывания жидкости на новом дисковом контактном устройстве. В качестве индикатора предлагается использовать водный раствор $MgCl_2$.

Ключевые слова: индикаторный метод, эксперимент, дисковый роторный аппарат, контактное устройство, гидродинамика.

Abstract. It is proposed to use the indicator method for the experimental determination of the average residence time of the liquid on the new disk contact device. It is proposed to use an aqueous solution of $MgCl_2$ as an indicator.

Keywords: indicator method, experiment, disk rotary apparatus, contact device, hydrodynamics.

В заявке на изобретение [1] предложено новое дисковое контактное устройство с целью интенсификации процесса массопередачи при абсорбции. Важной гидродинамической характеристикой является среднее время пребывания жидкости на дисковом контактном устройстве, от которого зависит полнота протекания процесса массообмена. Чем больше время пребывания жидкости на контактном устройстве, тем выше конечная концентрация компонента в жидкости при абсорбции.

Предлагаем для экспериментального определения среднего времени пребывания жидкости на дисковом контактном устройстве использовать индикаторный метод, описанный в работах [2, 3]. При данном методе во входящий в контактное устройство поток жидкости мгновенно добавляют какую-либо примесь (индикатор). На входе в контактное устройство индикатор тщательно смешивается с жидкостью. Затем измеряют концентрацию индикатора C в потоке жидкости, выходящем из контактного устройства, как функцию времени τ . Принимают, что в момент добавления индикатора на входе в контактное устройство $\tau=0$. График функции $C(\tau)$ на выходе из контактного устройства позволяет также сделать вывод о режиме движения жидкости на контактном устройстве. В качестве индикатора предлагаем использовать водный раствор соли $MgCl_2$, поскольку концентрация этой соли в воде легко определяется.

В случае использования в качестве индикатора $MgCl_2$ требуется измерять также жесткость воды на входе в контактное устройство до ввода индикатора. Ввод раствора индикатора в поток жидкости осуществляется шприцем.

На основе результатов эксперимента среднее время пребывания жидкости определяется по формуле [3]:

$$\bar{\tau} = \frac{\int_0^{\infty} \tau \cdot C(\tau) d\tau}{\int_0^{\infty} C(\tau) d\tau}, \quad (1)$$

где τ – время, с; $\bar{\tau}$ – среднее время пребывания жидкости на контактном устройстве, с; $C(\tau)$ – зависимость концентрации индикатора на выходе из контактного устройства от времени. Как видно из уравнения (1), для определения среднего времени пребывания не требуется знать концентрацию индикатора в жидкости на входе в аппарат (C_0).

Расчет интегралов в числителе и в знаменателе уравнения (1) ведется по приближенной формуле прямоугольников:

$$\int_a^b C(\tau) d\tau = \Delta\tau \cdot (C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_{n-1}),$$

$$\int_a^b \tau \cdot C d\tau = \Delta\tau \cdot (\tau_1 C_1 + \tau_2 C_2 + \tau_3 C_3 + \dots + \tau_{n-1} C_{n-1}),$$

где $\Delta\tau$ – интервал между соседними значениями (предполагается, что все $\Delta\tau$ одинаковы); C_1, C_2 и т.д. – последовательные значения функции (концентрации индикатора на выходе).

Зная среднее время пребывания жидкости на контактном устройстве, можно по известному расходу жидкости найти объем жидкости, находящейся на контактном устройстве. Так, объем жидкости на контактном устройстве определится по уравнению:

$$V = L \cdot \bar{\tau}, \quad (2)$$

где L – расход жидкости, м³/с; V – объем жидкости на контактном устройстве, м³. Данная задача актуальна для дискового контактного устройства, поскольку поток жидкости не заполняет весь объем. Чем больше объем жидкости на контактном устройстве, тем больше поверхность контакта фаз, тем интенсивнее протекает процесс массопередачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бальчугов А.В., Бадеников А.В.** Роторный колонный массообменный аппарат. Заявка на изобретение №2022128245/04(062083) от 28.10.2022.
2. **Закгейм А.Ю.** Введение в моделирование химико-технологических процессов. – М.: Химия, 1973. – 223 с.
3. **Бальчугов А.В., Бадеников А.В.** Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента. Учебное пособие. – Ангарск: АНГТУ, 2021. – 178 с.