

Истомин Андрей Леонидович,

д.т.н., профессор, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: a.l.istomin@mail.ru

Кривов Максим Викторович,

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

Истомина Алена Андреевна,

к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: alenaist@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ АВТОКЛАВНОГО РЕАКТОРА ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ЭТИЛЕНА

Istomin A.L., Krivov M.V., Istomina A.A.

INVESTIGATION OF STABILITY OF AN ETHYLENE POLYMERIZATION AUTOCLAVE REACTOR

Аннотация. Исследуется устойчивость процесса полимеризации этилена в автоклавном реакторе на основе детерминированной математической модели. Найдены условия, обеспечивающие устойчивое стационарное состояние химического реактора полимеризации этилена.

Ключевые слова: автоклавный химический реактор, математическая модель реактора полимеризации этилена, устойчивость химического реактора

Abstract. The stability of the ethylene polymerization process in an autoclave reactor is investigated on the deterministic mathematical model. The conditions providing a stable stationary state of the chemical reactor of ethylene polymerization are found.

Keywords: autoclave chemical reactor, mathematical model of ethylene polymerization reactor, chemical reactor stability

Основным фактором, влияющим на устойчивость реактора полимеризации этилена в автоклавном реакторе, является температура. Так в химическом реакторе полимеризации этилена необходимо обеспечить нужное отведение тепла, т.е. выделяемое в процессе реакции тепло должно быть равно отводимому теплу.

Выражение для отводимого тепла выглядит следующим образом

$$Q_o = v_M T_M^0 + v_I T_I^0 - (v_M + v_I)T + k_i F (T_v - T) / V, \quad (1)$$

где k_i – коэффициент теплопередачи (Дж/(м²·с·°С), F – поверхность теплообмена (м²), V – объем реактора (м³), v_M и v_I – расходы этилена и инициатора (м³/с), T_M^0 и T_I^0 – температуры этилена и инициатора на входе в реактор (°С), T_v – температура охлаждающего воздуха в рубашке (°С).

Выделяемое тепло Q_g находится как

$$Q_g = \frac{Q}{\rho c_p} \left(k e^{\frac{-E}{RT}} C_M^{\frac{3}{2}} C_I^{\frac{1}{2}} \right), \quad (2)$$

где Q – тепловой эффект реакции полимеризации (Дж/моль), C_M и C_I – массовые концентрации этилена и инициатора (кг/м³), k – константа скорости реакции полимеризации этилена (м³/(кг·с)), E – энергия активации скорости реакции полимеризации (Дж/моль), ρ – плотность потока (кг/ м³), c_p – удельная теплоемкость потока (Дж/(кг·°С)).

На рис. 1 приведены графики выделяемого Q_g и отводимого Q_o тепла. На рисунке видно, что отводимое тепло Q_o связано с температурой линейной зависимостью, а выделяемое тепло зависит от температуры T нелинейно.

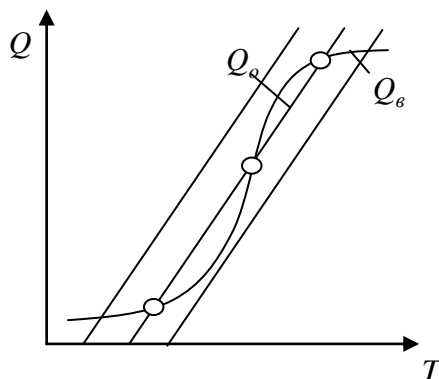


Рисунок 1 – Количество выделяемого и отводимого тепла при проведении экзотермической реакции полимеризации этилена

В общем случае возможны: отсутствие решения (линии Q_g и Q_o не пересекаются); единственное решение (одна точка пересечения); два или три решения (две или три точки пересечения). Расчетная множественность стационарных состояний означает лишь, что реальный процесс «выберет» одно из них, как наиболее устойчивое.

При проектировании реактора подбирают такие конструктивные и режимные параметры, которые обеспечивают единственное или наиболее устойчивое состояние при заданных характеристиках процесса.

В работе найдено условие, обеспечивающее устойчивое стационарное состояние для реактора полимеризации этилена.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Вольтер, Б.В.** Устойчивость режимов работы химических реакторов /Б.В. Вольтер, И.Е. Сальников. – Москва: Химия, 1981.– 200 с.
2. **Жоров, Ю.М.** Моделирование физико-химических процессов нефтепереработки и нефтехимии. – Москва: Химия, 1978.– 376 с.
3. **Перлмуттер, Д.** Устойчивость химических реакторов. Пер. с англ. Под ред. Н.С. Гурфейна. – Ленинград: Химия.1976. – 256 с.