

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОЛУЧЕНИЯ ЭТИЛА БРОМИСТОГО

Senotova S.A.

MATHEMATICAL MODEL FOR PRODUCING ETHYL BROMIDE

Аннотация. Рассмотрен процесс получения этила бромистого. Записана математическая модель. Получена зависимость скорости слива серной кислоты от времени и от температуры, которая позволяет управлять температурным режимом реактора.

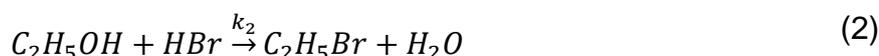
Ключевые слова: этил бромистый, математическая модель, управление температурным режимом.

Abstract. The process of producing ethyl bromide was considered. A mathematical model is recorded. A dependence of the sulphuric acid discharge rate on time and temperature is obtained, which allows controlling the temperature regime of the reactor.

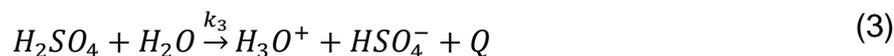
Keywords: ethyl bromide, mathematical model, temperature control.

Этил бромистый технический применяется в фармацевтической промышленности в производстве барбитуровых препаратов, в производстве этиловой жидкости.

Основные реакции технологического процесса



Реакция гидратации



Согласно регламенту 75-процентная серная кислота идет на образование этила бромистого, а прилив 92-процентной серной кислоты необходим для поднятия температуры в реакторе.

Введем обозначения: $C_i(t)$ – концентрация i -го вещества; ρ_i – плотность i -го вещества; c_{pi} – теплоемкость i -го вещества; q_i – подача или отвод i -го вещества; c_p – теплоемкость смеси; ρ – плотность смеси; $V(t)$ – объем смеси. В этих обозначениях индексы соответствуют следующим веществам: 1 – $NaBr$; 2 – HBr ; 3 – C_2H_5OH ; 4 – H_2O ; 51 – H_2SO_4 – 75%; 52 – H_2SO_4 – 92%; 6 – C_2H_5Br .

Запишем уравнения материального и теплового балансов:

$$\frac{dC_1}{dt} = -k_1 C_1^2 C_{51} \quad (4)$$

$$\frac{dC_2}{dt} = k_1 C_1^2 C_5 - k_2 C_2 C_3 \quad (5)$$

$$\frac{dC_3}{dt} = -k_2 C_2 C_3 \quad (6)$$

$$\frac{dC_4}{dt} = k_2 C_2 C_3 - k_3 C_4 C_{52} \quad (7)$$

$$\frac{dC_{51}}{dt} = -k_1 C_1^2 C_{51} \quad (8)$$

$$\frac{q_{52} C_{520}}{V(t)} = k_3 C_4 C_{52} \quad (9)$$

$$\frac{dC_6}{dt} = k_2 C_2 C_3 - \frac{q_6 C_6}{V(t)} \quad (10)$$

$$c_p \rho V(t) \frac{dT}{dt} = q_{52} c_{p5} \rho_5 T_{520} + V(t) Q k_3 C_4 C_{52} - q_6 c_{p6} \rho_6 T \quad (11)$$

Запишем уравнение (11) с учетом уравнения (9)

$$c_p \rho V(t) \frac{dT}{dt} = q_{52} c_{p5} \rho_5 T_{520} + q_{52} C_{520} Q - q_6 c_{p6} \rho_6 T \quad (12)$$

Управлять сливом 92-процентной серной кислоты нужно таким образом, чтобы температура в реакторе поднималась равномерно. По экспериментальным данным

$$\frac{dT}{dt} = 0,3 \text{ град/мин} \quad (13)$$

$$q_6 = \frac{q_{52}}{4} \quad (14)$$

$$V(t) = V_0 + \frac{3}{4} q_{52} t \quad (15)$$

Подставим формулы (13), (14) и (15) в формулу (12) и получим зависимость скорости слива 92-процентной серной кислоты от времени и от температуры

$$q_{52} = \frac{0,3 V_0 c_p \rho}{c_{p5} \rho_5 T_{520} + C_{520} Q - 0,25 c_{p6} \rho_6 T - 0,225 c_p \rho t} \quad (16)$$

Формула (16) хорошо согласуется с экспериментальными данными и позволяет управлять тепловым режимом реактора.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Вольтер Б.В.** Устойчивость режимов работы химических реакторов / Вольтер Б.В., Сальников И.Е. – Москва: "Химия", 1981. – 200 с.