

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ НА МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ РОЗПАДУ ДИМЕТИЛ-ДІОКСАНУ У ВИРОБНИЦТВІ ІЗОПРЕНУ

Цепкало М. О., Цапар В. С.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, maxim.tsepkało@yahoo.com

Перша стадія процесу виробництва ізопрену проводиться в двох трубчастих реакторах, охолоджуваних водою. Верхні та нижні частини реакторів працюють як сепаратори, розділяючи реакційну масу на вуглеводневий і водні шари. У вуглеводневий шар переходить диметил-діоксан (далі ДМД), у водному шарі залишається формальдегід, який ще не вступив у реакцію. Вуглеводневий шар з реактора подається в нейтралізатор, де нейтралізується та промивається водним розчином гідроксиду натрію, і надходить в сепаратор для відділення від нього залишків води. Ізобутилен надходить в колону ректифікації для відгону від ДМД більш легких метанолу та трет-бутанолу.

Звільнений від метанолу ДМД спрямовується на другу стадію (розкладання ДМД) в реактор адіабатичного типу зі стаціонарним шаром каталізатора. У реактор також подається перегріта водяна пара. Реакційна суміш з реактора конденсується в холодильнику та надходить в сепаратор, де розділяється на водний і органічні шари. Структурно-параметричну схему нейтралізатора показано на рис. 1.

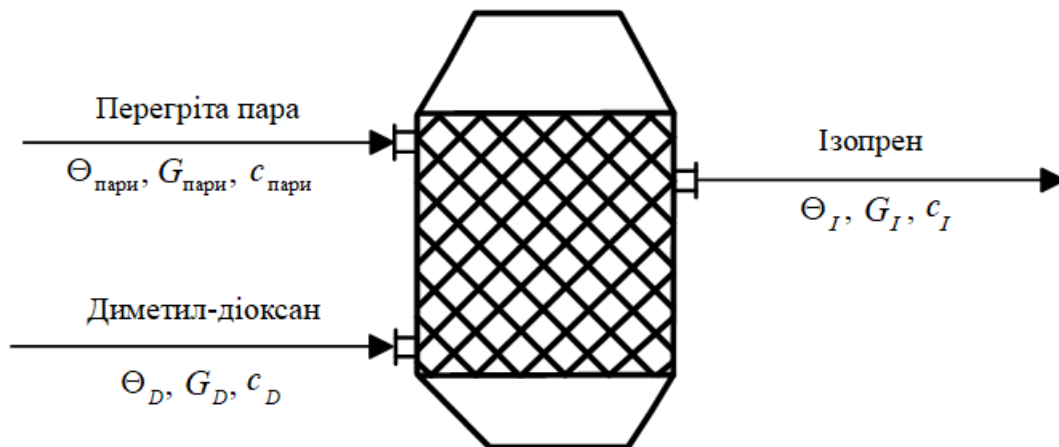


Рис. 1. Структурно-параметрична схема реактора розпаду ДМД:

$\Theta_{\text{пари}}$ – температура перегрітої пари, К; $G_{\text{пари}}$ – витрата перегрітої пари, кг/с; $c_{\text{пари}}$ – теплоємність перегрітої пари, Дж/кг·К; Θ_D – температура диметил-діоксану, К; G_D – витрата диметил-діоксану, кг/с; c_D – теплоємність диметил-діоксану, Дж/кг·К; Θ_I – температура ізопрену, К; G_I – витрата ізопрену, кг/с; c_I – теплоємність ізопрену

Для моделювання статичного та динамічного режимів реактора розпаду ДМД були прийняті такі припущення:

1. Реакція розпаду ДМД протікає з поглинання тепла;
2. Перегріта водяна пара збільшує ефективність реакції і одночасно є джерелом тепла;
3. Витратою відпрацьованої перегрітої пари нехтуємо.
4. Складемо рівняння для обчислення значень температури та концентрації до початку процесу розпаду ДМД та після нього:

$$\theta = \frac{\theta_3 + \theta_4}{2};$$

$$Q = \frac{Q_3 + Q_4}{2};$$

$$\theta_3 = \frac{(G_1 c_1 \theta_1 + G_2 c_2 \theta_2)}{G_1 c_1 + G_2 c_2} \approx \frac{(G_1 \theta_1 + G_2 \theta_2)}{G_1 + G_2};$$

$$G_3 = G_1 + G_2 = F_4;$$

$$Q_3 = \frac{G_1 Q_1 + G_2 Q_2}{G_1 + G_2};$$

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4; \rho_1 = \rho_2;$$

де θ_3, θ_4 – температури до процесу розпаду ДМД та після розпаду відповідно;
 Q_3, Q_4 – концентрація ДМД на вході та на виході.

Складемо матеріальний баланс по диметил-діоксану:

$$G_1 Q_1 + G_2 Q_2 - (G_1 + G_2) Q_4 - G = V_1 \rho_1 d(Q_4) / dt,$$

$$G = V \rho K (Q_4 - Q_3);$$

де G – кількість прореагованого диметил-діоксану.

Тепловий баланс по диметил-діоксану складемо у вигляді

$$G_1 c_1 Q_1 + G_2 c_2 Q_2 - (G_1 + G_2) c_4 Q_4 - G_r = V_2 \rho_3 c_3 d(Q_4) / dt,$$

$$y = a + bt = (Q_3 - Q_4) / Q_3.$$

Передавальну функцію для каналу «витрата перегрітої пари – вихідна витрата ізопрену» отримано у вигляді

$$W(p) = k / (Tp + 1) = 0,706 / (5,563p + 1).$$

На рис. 2 зображено перехідну характеристику об'єкта керування, побудовану за допомогою програмного середовища «*Mathcad*» і розрахунків за наведеними вище виразами.

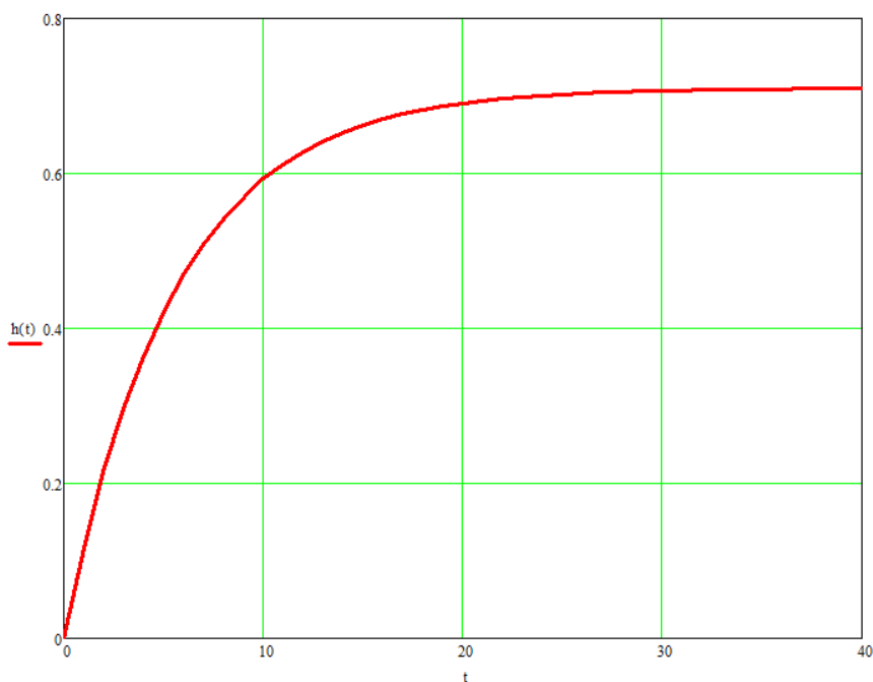


Рис. 2. Динамічна характеристика каналу «витрата перегрітої пари – вихідна витрата ізопрену» реактора розпаду ДМД

З рис. 2 можемо бачити, що характеристика передавальної функції реактора розпаду ДМД виходить на усталене значення приблизно за 38 сек., що відповідає технологічному регламенту процесу.

1. Соколов Р. С. Химическая технология: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений.: В 2 т. Т. 2: Metallургические процессы. Переработка химического топлива. Производство органических веществ и полимерных материалов. Москва: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000. 448 с. ISBN 5-691-00356-9.

2. Эрих В. Н., Расина М. Г., Рудин М. Г. Химия и технология нефти и газа. 2-е изд., перераб. Ленинград: Химия, 1977. 424 с.