

РЕКТИФІКАЦІЙНЕ ОЧИЩЕННЯ СТИРОЛУ-СИРЦЮ ВІД ЕТИЛБЕНЗОЛУ ЯК ОБ'ЄКТ МОДЕЛЮВАННЯ

Качкарда М. О., Ярощук Л. Д.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, mak.ka2000@ukr.net

У наш час стирол використовують для виробництва полімерів. До полімерів на основі стиролу належать полістирол, пінопласт (спінений полістирол), модифіковані стиролом поліефіри.

У виробництві стиролу важливою задачею є видалення з нього побічних продуктів реакції, оскільки з ними він утворює нерозчинні сполуки, які значно погіршують його якість.

Ректифікаційна колона (РК) є першою колоною у багатоколонному агрегаті, в якій від основної суміші відділяють етилбензол – головну складову домішок. Тому будемо розглядати цю РК як важливий технологічний об'єкт керування.

Метою дослідження є аналіз процесу ректифікації як об'єкта моделювання для налаштування контурів керування.

Ректифікаційна установка включає такі технологічні апарати: підігрівник, РК, кип'ятильник, дефлегматор і збірник. Спочатку стирол-сирець, пройшовши через підігрівник, потрапляє в РК, де від нього відділяється етилбензол. Для підтримки температури кипіння етилбензолу до нижньої частини колони під'єднано кип'ятильник. Пара етилбензолу конденсується в дефлегматорі, і рідкий етилбензол надходить у збірник, звідки частину його повертають у колону (флегма)*.

Етилбензол, який має найнижчу з усіх домішок суміші температуру кипіння, у вигляді пари виходить з верхньої частини РК. Суміш з кубу колони (кубовий залишок) є цільовим продуктом, що містить близько 80 % стиролу. Розрахункову схему куба РК наведено на рисунку.

Рушійна сила ректифікації полягає у підтримці температури кипіння етилбензолу, тому головною задачею керування процесом ректифікації є дотримання цієї температури. Каналом керування вибрано канал «витрата пари $F_{pk} \rightarrow$ температура θ_R ». Виберемо аналітичний підхід до математичного опису каналу і розглянемо його властивості з точки зору моделювання.

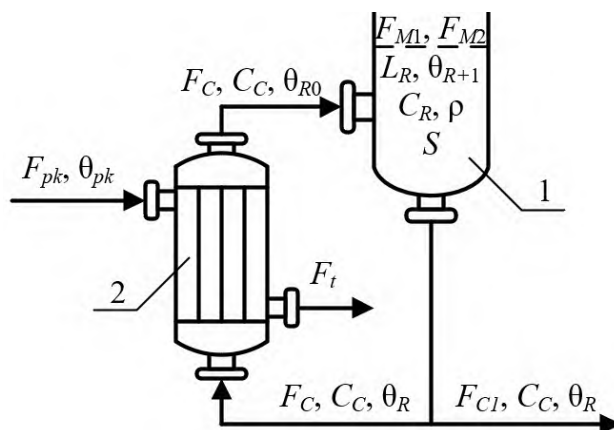
Для куба РК як однозв'язного технологічного об'єкта керування (ТОК) зробимо такі визначення:

- регульована величина: температура рідини в кубі РК (θ_R);
- керувальний вплив: витрата нагрівної пари в кип'ятильник (F_{pk});
- проміжна величина: температура кубової рідини на виході з кип'ятильника (θ_{R0}).

Оскільки в кубі колони відбувається достатнє перемішування рідини, то можна зробити припущення про зосередженість параметрів об'єкта моделю-

* Иванова Г. В. Автоматизация технологических процессов основных химических производств: методич. пособие. Часть 2. СПбГТИ(ТУ). СПб., 2003. 70 с.

вання. Подальший аналіз об'єкта моделювання можна зробити на основі рівнянь матеріальних та теплових балансів.



Розрахункова схема низу ректифікаційної установки:

1 – РК; 2 – кип'ятильник; S – площа поперечного перерізу РК; ρ – густина рідини в кубі РК; C_R – питома теплоємність рідини в кубі РК; θ_{R+1} – температура на 1-й тарілці РК; L_R – рівень рідини в нижній частині РК; θ_{pk} – температура нагрівної пари на вході в кип'ятильник; F_C – витрата кубової рідини через кип'ятильник; F_{C1} – витрата очищеного від етилбензолу стиролу; F_{M1} – витрата стиролу-сирцю; F_{M2} – витрата парів етилбензолу; θ_R – температура рідини в нижній частині РК; θ_{R0} – температура кубової рідини на виході з кип'ятильника; C_C – питома теплоємність стиролу; F_{pk} – витрата нагрівної пари в кип'ятильник; F_t – витрата сконденсованої пари

Складемо рівняння балансів для РК і кип'ятильника:

- матеріальний баланс потоків для кубу РК:

$$F_{M1} - F_{M2} - F_{C1} = S \frac{dL_R}{dt};$$

- тепловий баланс для рідини в кубі РК:

$$F_{M1} C_R \theta_{R+1} - F_{M2} (r + C_R \theta_R) - (F_{C1} + F_C) C_C \theta_R + F_C C_C \theta_{R0} = S C_C \frac{d(\theta_R L_R)}{dt} \rho;$$

- тепловий баланс для рідини в кип'ятильнику:

$$F_C C_C \theta_R + F_{pk} r_p - F_C C_C \theta_{R0} = V_{MK} \rho C_C \frac{d\frac{\theta_{R0} + \theta_R}{2}}{dt}.$$

Проаналізувавши рівняння балансів, можна зробити такі висновки:

- враховуючи відсутність вимірювання, до найбільш суттєвих *зовнішніх збурень* можна віднести фізико-хімічні властивості рідини кубового залишку та пари на вході в кип'ятильник, ці збурення носять випадковий характер; *внутрішнім збуренням* вважатимемо кількість накипу на стінках кип'ятильника, це збурення призведе до зміни інерційності каналу керування і потреби адаптувати модель;

- регулювання температури θ_R за допомогою витрати F_{pk} викликає зміну F_{M2} , що в результаті призведе до зміни рівня L_R ; регулювання L_R за допомогою витрати F_{C1} змінюватиме кількість тепла, акумульованого в кубовій рідині. Таким чином, куб РК це ТОК з перехресними зв'язками, що треба враховувати в системі керування.