

**В.Л. ЗИНЯК, М.О. ПОДУСТОВ**, докт. техн. наук, професор,  
**О.М. ДЗЕВОЧКО**, канд. техн. наук, доцент

### Моделювання та управління каталітичним окисленням $SO_2$ в $SO_3$ у виробництві ПАР

Моделювання хімічних процесів, тобто вивчення процесів на їхніх математичних моделях з метою передбачення результатів протікання хімічних перетворень в апаратах заданої конструкції і будь-якого масштабу придбали для хімічної технології винятково велике значення. Цей шлях є основним при вирішенні завдань масштабного переходу, раціонального вибору апаратів, оптимізації, аналізу стійкості та управління хімічними реакторами. Це повною мірою відноситься і до процесу каталітичного окислення  $SO_2$  в  $SO_3$  у виробництві ПАР.

Окислювання діоксиду сірки проходить з наступної реакції:



На практиці використовується велика кількість контактних вузлів та апаратів, що розділяються за типом шарів каталізатора, типом та видом каталізатора, способом підтримки оптимальної температури та конструкцією.

Математичний опис процесу складається при представленні реакційних зон реактора (шарів каталізатору) в вигляді моделі ідеального витиснення з внутрішнім теплообміном.

Математична модель процесу описується системою диференціальних рівнянь:

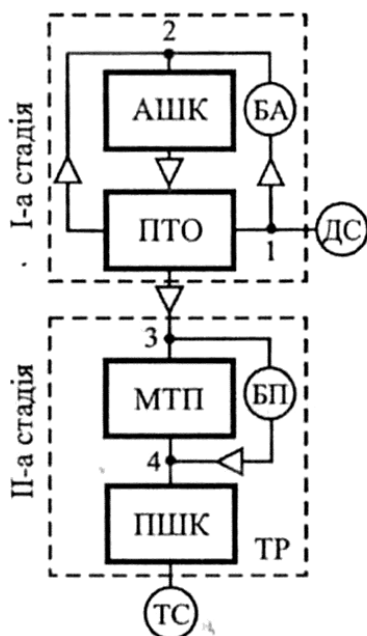
$$\frac{dx}{dl} = W_{\text{снотм}} / V,$$

$$\frac{dT}{dl} = (\Delta T_{\text{ад}} \cdot W_{\text{снотм}} + B \cdot (T - T_x) \cdot Z \cdot N) / V,$$

$$\frac{dT_x}{dl} = \left( \frac{B}{\beta} \cdot (T - T_x) \cdot Z \cdot N \right) / V. \quad (2)$$

де  $\Delta T_{\text{ад}}$  – температура адіабатичного розігріву, К;  $W_{\text{снотм}}$  – спостережна швидкість процесу, кмоль/(кг·с);  $B$  – параметр тепловідводу,  $\text{с}^{-1}$ ;  $T$  – температура в шарі каталізатора, К;  $T_x$  – температура газоповітряної суміші в охолоджувальній рубашці, К;  $N$  – коефіцієнт взаємного напрямку руху реакційного та охолоджуючого потоків ( $N = 1$  якщо напрями руху співпадають, та  $N = -1$  якщо напрями руху протилежні);  $Z$  – множник, що відповідає за присутність теплообміну чи за його відсутність (якщо  $Z = 1$ , то теплообмін через стінку реактору є, а якщо  $Z = 0$  то теплообміну немає, тобто моделюється адіабатичний процес);  $\beta$  – частка газоповітряного потоку що йде на охолодження, частка од;  $l$  – висота шару каталізатору, м;  $x$  – ступінь перетворення двооксиду сірки до триоксиду, %.

Математична модель реактора вцілому була створена згідно структурної схеми, що показана на рис. 1.



АШК – адіабатичний шар каталізатора; ПТО – проміжний теплообмінник; МТП – міжтрубний простір другого шару каталізатора; ПШК – шар каталізатора з внутрішнім теплообміном; ТР – трубчастий реактор; БА, БП – байпасні потоки адіабатичного шару та шару з внутрішнім теплообміном, відповідно; ДС – діоксид сірки на контактуванні; ТС – триоксид сірки на стадію сульфатування; 1-4 – опорні точки

Рис. 1 – Структурна схема автотермічного реактора

Проведене математичне моделювання показало, що ступінь перетворення діоксиду в триоксид сірки головним чином залежить від температурного режиму. При точному регулюванні температури на усіх відрізках контактного відділення забезпечується постійно високий ступінь перетворення, тому, для вирішення зазначеної проблеми передбачається наступне:

- регулювання температури на вході контактного вузла, температури на вході в адіабатичний шар каталізатору, температури на вході в політропічний шар каталізатора,
- контроль концентрації на вході і виході контактного вузла, тиску в апаратах, витрати газоповітряного потоку, температури газоповітряного потоку на виході з шарів та на 1/3 висоті політропічного шару каталізатора.

Система управління розроблена з використанням сучасних мікропроцесорних приладів, первинних вимірювальних перетворювачів з уніфікованими вихідними сигналами та сучасного відеографічного реєстратора технологічних параметрів.

#### Список літератури:

1. Основи вимірювань і автоматизації технологічних процесів / [А. К. Бабіченко, В.І. Тошинський, Бабіченко Ю.А. та інші ]; за заг.ред. А.К. Бабіченко. – Х.: ТОВ «САМ», 2009. – 616 с.