

## ПОВЕДЕНИЕ ПРОТОЧНОГО РЕАКТОРА В ОКРЕСТНОСТИ ОСОБОЙ ТОЧКИ ТИПА «СЕДЛО»

<sup>1</sup>Тимофеев М. В. <sup>2</sup>Кондратьев Е. Н.

*Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова  
ул. Дворянская, 2, 65026, Одесса, Украина  
e-mail: <sup>1</sup>tmw91@rambler.ru, <sup>2</sup>kenphys@ukr.net*

Для продуктивной и надежной работы химического реактора важен выбор эффективного режима. Чтобы определить наиболее подходящий способ управления реактором, необходимо знание особенностей его динамического поведения<sup>[1]</sup>. Незнание этих особенностей может привести к тепловому взрыву или прекращению реакции.

Так как проточный реактор представляет собой нелинейную систему, то его аналитическое исследование представляет собой сложную математическую задачу. Поэтому актуально численное моделирование.

Изменение концентрации вещества в реакторе и его температуры со временем описывается системой уравнений:

$$\frac{dC}{dt} = \frac{u}{V}(C_f - C) - ze^{-\frac{E}{RT}}C \quad (1)$$

$$c_p\rho \frac{dT}{dt} = c_p\rho \frac{u}{V}(T_f - T) - \frac{\alpha S}{V}(T - T_C) + Qze^{-\frac{E}{RT}}C \quad (2)$$

где  $u$  - объемная скорость входного потока вещества,  $C_f$  - входная массовая концентрация вещества,  $T_f$  - входная температура,  $T_C$  - температура стенок реактора. Первое и второе слагаемое правой части уравнения (2) характеризуют скорость теплообмена с входным потоком и стенками реактора, а третье характеризует скорость тепловыделения.

Особенности динамического поведения реактора определяются типами его особых точек.

В отличие от работы [2], в которой анализируется поведение реактора вблизи фокуса, в данной работе рассматривается динамика реактора вблизи особенности типа седло. В частности, особенности

поведения вблизи данной особенности объясняют так называемый «эффект Фукусимы». Для этого рассмотрим систему, которая первоначально находилась в устойчивом состоянии 1 (особенность типа «узел») с температурой стенок реактора  $T_1$  (рис. 1). Предположим, в результате мощного кратковременного внешнего воздействия она успевает перейти в состояние 2, являющееся особенностью типа «седло» и характеризующееся повышенной температурой реактора. Попытка охлаждения реактора путем уменьшения температуры его стенок от  $T_1$  до  $T_2$  неизбежно приводит, как следует из анализа диаграммы рис. 1, к более высоким температурным режимам его работы, которые находятся в окрестности особой точки 3.

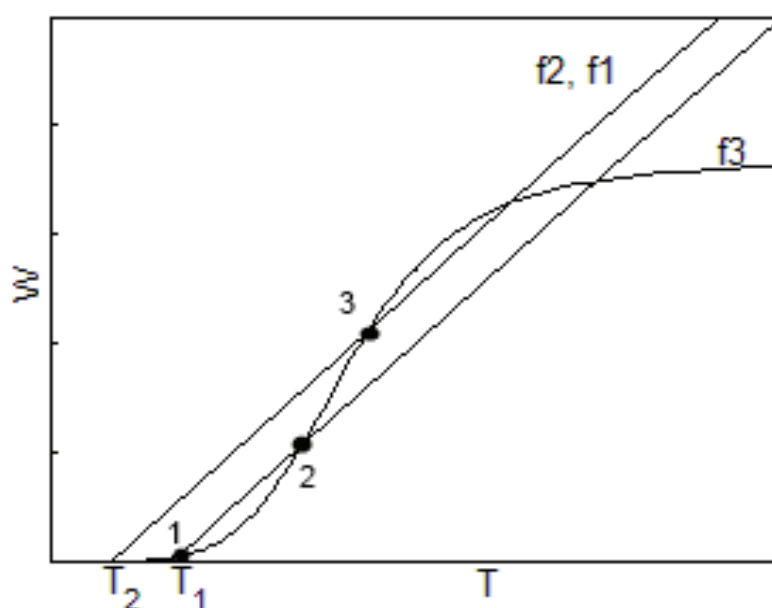


Рис. 1. Зависимость скорости теплоприхода  $f_3$  и теплоотвода  $f_2, f_1$  от температуры реактора  $T$

Таким образом, рассмотренный пример проточного химического реактора, основанный на анализе типов особых точек, позволяет обобщать поведение и других типов реакторов.

#### Литература:

1. Франк-Каменецкий Д.А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. – Москва: Наука, 1987. – 502с.
2. Кондратьев Е. Н., Мартынова Е. А. Анализ динамики поведения реактора идеального смешения вблизи особой точки типа фокус. //Физика аэродисперсных систем. – 2006, №43. – с.75-81.