

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПРОТОЧНОГО РЕАКТОРА НА ПРЕДЕЛЬНОМ ЦИКЛЕ И В ОСОБЫХ ТОЧКАХ

А.М. Герасименко, Е. Н. Кондратьев

Одесский Национальный Университет им. И.И. Мечникова
Дворянская ул., 2, Одесса, 65026, Украина.

Среди различных способов организации процесса сжигания водотопливных эмульсий в горелочных устройствах перспективным представляется метод предварительной подготовки топлива в форкамерном реакторе. В этом случае появляются дополнительные возможности управления режимом работы реактора.

В данной работе рассматривается модель проточного химического реактора идеального смешения [1]. Для такого реактора изменение во времени безразмерных величин концентрации и температуры описывается уравнениями:

$$\frac{dx}{d\tau} = \frac{(x_f - x)}{\tau_x} - e^{-\frac{\alpha}{y} \beta} x$$
$$\frac{dy}{d\tau} = \frac{(y_p - y)}{\tau_p} + x e^{-\frac{\alpha}{y} \beta}$$

Здесь x , y — безразмерные концентрация и температура внутри реактора, τ — текущее время, τ_x — характерное время пребывания смеси, τ_p — приведенное время теплообмена реактора, α — безразмерная эффективная энергия активации, β — коэффициент активности реагирующего вещества, x_f — относительная концентрация на входе в реактор, y_p — приведенная безразмерная температура стенок реактора.

В зависимости от значений параметров системы реализуются различные стационарные состояния. Каждому набору параметров отвечает свой тип фазового портрета, который отражает особенности динамики системы и взаимного расположения фазовых траекторий и особых точек. Данный реактор непрерывного действия обладает в общем случае тремя положениями равновесия [2].

Для оптимального управления реактором наибольший интерес представляют фазовые портреты, содержащие только одну особенность. В этом случае, как показано в работе [3], возможно существование неустойчивого фокуса, который при определенных условиях порождает устойчивый предельный цикл.

В данной работе проведен параметрический анализ динамики поведения реактора на предельном цикле с целью определения его

производительности на предельном цикле. Для сравнения приведен анализ поведения реактора и в особых точках: узлах и фокусах в зависимости от жорости и температуры входящего потока, а также от размера сечения цилиндрического реактора и температуры его стенок.

Было определено, что с уменьшением скорости входного потока производительность системы, как на цикле, так и в особых точках, уменьшалась.

При этом выяснено, что производительность реактора на цикле мало отличается от его производительности в особой точке, порождающей предельный цикл. Заметим, что рассмотрение производительности в этой особой точке вызывает сомнение, так как в данном случае особая точка является неустойчивым фокусом, и поэтому не соответствует реальному режиму работы реактора. Однако, с точки зрения проблемы управления проточным реактором, подобные оценки имеют смысл, так как независимо от типа устойчивости фокуса можно удерживать реактор на заданной фазовой траектории с помощью малых возмущений.

Интересно заметить, что для устойчивого фокуса, как показывают расчеты, производительность реактора в особой точке оказывается меньше производительности на циклической фазовой траектории.

Результаты исследования могут быть полезными при решении проблем сжигания предварительно выпаренной эмульсии, в которых применяется форкамерные технологии подготовки топлива

Литература:

1. Франк-Каменецкий Д.А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. – М.: Наука, 1967. – 491 с.
2. Вольтер Б.Ф., Сальников И.Е. Устойчивость режимов работы химических реакторов – М.: Химия, 1981.
3. Кондратьев Е.Н., Мартынова Е.А.. Анализ динамики поведения реактора идеального смешения вблизи особой точки типа фокус // ФАС. – 2006. – Вып. 43.