

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ

СТАЦИОНАРНЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ РЕАКТОРА С НЕОДНОРОДНЫМ КИПЯЩИМ СЛОЕМ ПРИ УЧЕТЕ ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕМЕШИВАНИЯ

А. Абдурахимов, Д.К. Холиков

Исследуется влияние продольного и поперечного перемешивания на стационарный режим работы химического реактора с неоднородным псевдооживленным слоем, модель которого для однородного случая была рассмотрена в [1]. Для предложенной модели доказывается существование, по крайней мере, одного стационарного режима при заданном наборе параметров системы. Анализируется влияние интенсивности массо- и теплообмена между фазами, степени неоднородности и других гидродинамических параметров на стационарный режим работы реактора с неоднородным псевдооживленным слоем.

Химические процессы с интенсивным тепловыделением в реакторах с псевдооживленным слоем осуществляются при интенсивном теплоотводе от стенок реактора, при этом влияние поперечного перемешивания на стационарный режим может сказаться весьма существенным. Экспериментальные данные [2] свидетельствуют об увеличении поперечной неравномерности профиля температуры как с ростом диаметра аппарата, так и с ростом размера каталитических частиц в системе. Аналитическое решение задачи в изотермическом и неизотермическом случаях для линейного и нелинейного профилей скорости (с учетом продольной диффузии и без нее) получены в [2].

Численные исследования стационарных состояний проточного реактора с продольным и поперечным градиентами температуры показали [3], что в однородном слое влияние поперечного на стационарные режимы в большинстве случаев более значительно, чем продольного. В этих работах структура слоя считалась однородной.

Ниже рассматривается влияние поперечного и продольного перемешивания на стационарный режим работы реактора с неоднородным псевдооживленным слоем для одностадийной реакции. Учитывается градиент температуры в плотной фазе и предполагается, что вещество переносится в режиме идеального вытеснения. Перенос тепла и вещества в разбавленной фазе также происходит в режиме идеального вытеснения. Принимается, что скорость химической реакции в плотной фазе подчиняется закону Аррениуса и имеет первый порядок.

В этих предложениях уравнения и граничные условия массо и теплопереноса в реакторе с неоднородным псевдооживленным слоем (в безразмерной форме) имеют следующий вид:

– для плотной фазы:

$$U_1 \frac{\partial Z_1}{\partial x} = (1 - Z_1) g e^{-\frac{\beta}{T_1}} - A(Z_1 - Z_2), \quad (1)$$

$$\frac{1}{2Pe} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial T_1}{\partial x} \right) = U_1(T_1 - T_0'') + g e^{-\frac{\beta}{T_1}} \int_0^1 (1 - Z_1) dx - \frac{B}{W} (T_1 - \int_0^1 T_2 dx); \quad (2)$$

– для разбавленной фазы:

$$U_2 \frac{\partial Z_2}{\partial x} = A(Z_1 - Z_2), \quad (3)$$

$$U_2 \frac{\partial T_2}{\partial x} = B(T_1 - T_2). \quad (4)$$

Граничные условия:

$$x = 0, \quad Z_1 = Z_2 = 0, \quad T_1 = T_{01}(r), \quad T_2 = T_0', \quad (5)$$

$$r = 0, \quad \frac{\partial T_1}{\partial r} = 0,$$

$$r = 1; \quad \frac{\partial T_1}{\partial x} + B_i(T_1 - T') = 0. \quad (6)$$

Здесь используются обозначения принятые в работе [2].

Решая уравнения (1)–(4) с учетом граничных условий (5), (6), получаем стационарное продольное изменение степени продвижения реакции плотной и разбавленной фазы.

Расчеты также показали, что при изменении значений интенсивности массообмена между фазами скорости потока и степенью неоднородности потока значение $\gamma(T)$ остается в промежутке $[0,1]$. Таким образом, вышеизложенный анализ показывает, что при изменении допустимых значений гидродинамических параметров, значения функций всегда остаются в промежутке $0 \leq \gamma(T) < 1$.

Литература

1. Гупало Ю.П., Острик В.М. *О стационарных режимах работы химических реакторов с продольным и поперечным перемешиванием* // ПММ. 1983. Т. 47. В. 1. С. 73.
2. Абдурахимов А., Холиков Д. *Исследование области существования реактора стационарных режимов* // Проблемы механики. 2020. № 2. С. 27–31.
3. Lie Gowin C. R., Perlmutter D. D. *Tubular reactor steady state and stability characteristics. III. Effect of recycle* // AJChE J. 1971. V. 17. P. 842.

МЕТОД ОЗР И МЕТОД ОМФ В УРАВНЕНИИ КОРТЕВЕГА-ДЕ ФРИЗА

И.Е. Андрушкевич

Особую популярность при построении аналитических решений нелинейных уравнений математической физики имеет метод обратной задачи рассеяния (ОЗР). При использовании метода ОЗР «... уравнение Кортевега–де Фриза (КдФ) интегрируется с помощью перехода от потенциала одномерного уравнения Шредингера к коэффициенту отражения на этом потенциале; при эволюции потенциала в силу КдФ зависимость коэффициента отражения от времени оказывается тривиальной и ... задача интегрирования КдФ приводит к задаче о восстановлении потенциала по данному коэффициенту отражения – обратной задаче квантовой теории рассеяния...» [1, с. 21].

Технология применения метода ОЗР к настоящему времени отработана в мельчайших подробностях. Единственной преградой на пути его универсальности, на наш