

Моделирование процесса динамики поглощения газа с учётом скорости переноса в сорбционной колонке

Чжан Исун

Университет МГУ-ППИ в Шэньчжэне; 1120190045@smbu.edu.cn

Рассматривается нелинейная модель сорбционной динамики [1] с уравнением переноса, моделирующим поглощение газа и его распространение в трубке:

$$\begin{cases} u_t(x, t) + a_t(x, t) + vu_x(x, t) = 0, & x \in [0, l], & t \in [0, T], \\ a_t(x, t) = \varphi(u(x, t)) - a(x, t), & x \in [0, l], & t \in [0, T], \\ u(0, t) = \mu(t), & t \in [0, T], \\ u(x, 0) = 0, & a(x, 0) = 0, & x \in [0, l], \end{cases}$$

где функция $u(x, t)$ определяет концентрацию (плотность) газа в сечении x сорбционной трубки (колонки) в момент времени t ; $a(x, t)$ определяет концентрацию газа в зёрнах сорбента (вещества, поглощающего газ), расположенных внутри трубки в сечении x в момент времени t ; функция $\mu(t)$ задаёт концентрацию газа в потоке на входе в трубку при $x = 0$; значение v – скорость потока газа вдоль оси трубки между зёрнами сорбента (в порах сорбента); функция $\varphi(s)$ – изотерма сорбции, указывающая зависимость между плотностью газа в порах и в зёрнах сорбента, в зависимости от плотности газа в порах.

При решении задачи требуется определить функции $u(x, t)$ и $a(x, t)$, $x \in [0, l]$ и $t \in [0, T]$ по заданным значениям l, T, v и функциям $\mu(t) \in C^1[0, T]$ и $\varphi(s) \in C^1(R)$ при условии ограниченности положительных производных этих функций в соответствии с ограничениями, следующими из особенностей модели. Учитывая нелинейность задачи для аппроксимации решения используется преобразование дифференциальных уравнений к эквивалентной системе интегральных уравнений в сочетании с методом последовательных приближений для её решения.

В интересной для анализа модели обратной задаче требуется восстановить изотерму $\varphi(s)$ и затем функции $u(x, t)$ и $a(x, t)$ по заданным значениям функции $\mu(t)$ и по дополнительно известной функции $h(t) = u_x(0, t)$, $t \in [0, T]$.

В близких постановках задача исследовалась в работах [2]–[4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Денисов А. М., Лушкин А. В. Математические модели однокомпонентной динамики сорбции. М.: Изд-во Моск. ун-та. 1989. 72 с.
2. Denisov A. M., Tujkina S. P. О некоторых обратных задачах неравновесной динамики сорбции // ДАН СССР. 1984. Т. 276, № 1. С. 100–102.
3. Zhang Y., Lin G., Forssen P., Gulliksson M., Fornstedt T., Cheng X. A regularization method for the reconstruction of adsorption isotherms in liquid chromatography // Inverse Probl. 2016 V.32, № 10. 105005.
4. Tuikina S. R. A numerical method for the solution of two inverse problems in the mathematical model of redox sorption // J. Comp. Mathematics and Modeling. 2020. V.31, № 1. P. 96–103.