

Показано, что процесс аномального переноса вещества в пористой среде моделируется дифференциальными уравнениями с дробной производной. Поставлена и численно решена задача переноса вещества в двухзонной пористой среде, состоящей из макро- и микропор. Определены профили изменения концентраций взвешенных частиц в макропоре и микропоре. Оценено влияние порядка производной по координате и времени, т.е. фрактальной размерности среды, на характеристики переноса вещества в обеих зонах.

В данной работе изучается процесс аномального переноса веществ в неоднородный, двухзонной среде, где происходит массообмен между зонами. В зоне с неподвижной жидкостью процесс переноса описывается кинетическим уравнением, где в отличие от других известных работ, учитывается аномальность процесса. В зоне с подвижной жидкостью используется конвективно-диффузионное уравнение с учетом аномальности диффузионного процесса. Поставлена и численно решена задача переноса веществ в одномерной полубесконечной среде. Оценено влияние аномальности диффузионного переноса и кинетики массопереноса в зоне с неподвижной жидкостью на характеристики переноса.

Постановка задачи. Среда состоит из двух зон: мобильной, т.е. пористая среда, где жидкость мобильна, и неподвижной, где жидкость неподвижна, но происходит диффузионный перенос вещества.

Уравнения переноса вещества имеют вид

$$\theta_m \frac{\partial c_m}{\partial t} + \gamma \theta_{im} \frac{\partial^\alpha c_{im}}{\partial t^\alpha} = \theta_m D_m \frac{\partial^\beta c_m}{\partial x^\beta} - v_m \theta_m \frac{\partial c_m}{\partial x},$$

(1)

$$\gamma \theta_{im} \frac{\partial^\alpha c_{im}}{\partial t^\alpha} = \omega (c_m - c_{im}), \quad (2)$$

где  $\theta_m, \theta_{im}$  – пористости,  $c_m, c_{im}$  – объемные концентрации вещества,  $v_m$  – осредненная скорость движения раствора,  $\gamma$  – коэффициент переноса массы,  $[\gamma] = T^{\alpha-1}$ ,  $[\omega] = T^{-1}$ , индекс  $m$  относится мобильной, а  $im$  – неподвижной зоне с жидкостью.

Начальные и граничные условия имеют вид:

$$c_m(0, x) = 0, \quad c_{im}(0, x) = 0, \quad (3)$$

$$c_m(t, 0) = c_0, \quad c_m(t, \infty) = 0. \quad (4)$$

Порядки дробных производных  $\alpha$  и  $\beta$  изменяются в следующем диапазоне:  $0 < \alpha \leq 1$ ,  $1 < \beta \leq 2$ .

Переведенный численный анализ показывает, что аномальность процесса значительно влияет на характеристики переноса вещества в обеих зонах среды, т.е. как в микро -, так и в макропоре. Аномальность переноса характеризуется порядком производной в диффузионном члене уравнения переноса и уравнения кинетики массообмена.