

УДК 517.958: 532.72

О. Ю. Чернуха^{1*}, А. Є. Чучвара²

МОДЕЛЮВАННЯ ДИФУЗІЇ ДОМІШКОВОЇ РЕЧОВИНИ У ПОРИСТОМУ ТІЛІ З ВИПАДКОВИМИ СФЕРИЧНИМИ ПОРАМИ ПРИ СУМІРНИХ ОБ'ЄМНИХ ЧАСТКАХ ФАЗ

Запропоновано математичну модель дифузії домішкової речовини у пористому тілі зі сферичними випадково розташованими порами різних радіусів. Скелет тіла моделюється щільно упакованими кулями різних радіусів з можливістю введення декількох ефективних діаметрів. Отримано диференціальне рівняння масопереносу для тіла в цілому, яке враховує стрибки шуканої функції і її похідної на випадкових границях розділу фаз. Побудовано нове еквівалентне одержаний крайовій задачі інтегро-диференціальне рівняння, розв'язок якого знайдено у вигляді ряду Неймана. Проведено кількісне дослідження процесу масопереносу домішкової речовини у пористому шарі за умови рівномірного розподілу фаз. Показано, що чим більша частка пористих включень у тілі, тим меншим є значення усередненої концентрації мігруючої речовини.

Ключові слова: дифузія, пористе тіло, сферична пора, випадкова структура, щільна упаковка, ряд Неймана.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИФУЗИИ ПРИМЕСНОГО ВЕЩЕСТВА В ПОРИСТОМ ТЕЛЕ СО СЛУЧАЙНЫМИ СФЕРИЧЕСКИМИ ПОРАМИ ПРИ СОИЗМЕРИМЫХ ОБЪЕМНЫХ ДОЛЯХ ФАЗ

Предложена математическая модель диффузии примесного вещества в пористом теле со сферическими случайно расположенными порами различных радиусов. Скелет тела моделируется плотно упакованными шарами различных радиусов с возможностью введения нескольких эффективных диаметров. Получено дифференциальное уравнение массопереноса для тела в целом, которое учитывает скачки искомой функции и ее производной на случайных границах раздела фаз. Построено новое эквивалентное исходной краевой задаче интегро-дифференциальное уравнение, решение которого найдено в виде ряда Неймана. Проведено количественное исследование процесса массопереноса примесного вещества в слое при условии равномерного распределения фаз. Показано, что для большей доли пористых включений в теле значения усредненной концентрации мигрирующего вещества уменьшаются.

Ключевые слова: диффузия, пористое тело, сферическая пора, случайная структура, плотная упаковка, ряд Неймана.

MODELING ADMIXTURE DIFFUSION IN A POROUS BODY WITH RANDOM SPHERICAL PORES AT COMMENSURABLE VOLUME FRACTIONS OF PHASES

The mathematical model for diffusion of admixture substance in a porous body with spherical randomly disposed pores of different radii. The skeleton of the body is modeled by closely packed spheres of various radii with the possibility of introducing several effective diameters. It is obtained the differential equation of mass transfer for the whole body taking into account jump discontinuities of sought function as well as its derivative at the random interphases. A new integro-differential equation, equivalent to the original initial-boundary value problem, is constructed, the solution of which is found in the form of Neumann series. It is carried out quantitative investigation of the process of admixture mass transfer in a layer under condition of uniform distribution of phases. It is shown that for a larger volume fraction of porous inclusions in the body, the values of the averaged concentration of the migrating substance decrease.

Key words: diffusion, porous body, spherical pore, random structure, close packing, Neumann series.

¹ Центр мат. моделювання
Ін-ту прикл. проблем механіки і математики
ім. Я. С. Підстригача НАН України, Львів,

² Нац. ун-т «Львів. політехніка», Львів

Одержано
03.12.18

* zalznuchna6@gmail.com