

УДК 532.5,54.03

DOI: 10.17223/00213411/63/5/45

*Н.Н. НАЗАРЕНКО***ВЛИЯНИЕ БАРОДИФфуЗИИ НА СКОРОСТЬ И КОНЦЕНТРАЦИЮ ПРИ ФИЛЬТРАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ ЧЕРЕЗ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЙ СЛОЙ***

Представлена модель фильтрации биологической жидкости в стационарном режиме для цилиндрического слоя, в которой учитывается конечная сжимаемость и концентрационное расширение, связанное с явлением бародиффузии. Выделены безразмерные комплексы, связывающие между собой характерные физические масштабы разных явлений. Проведено численное исследование влияния учтенных эффектов на характеристики течения, которое может быть конвективным или диффузионным, что зависит от соотношения между безразмерными комплексами. Обнаружены новые качественные закономерности в распределении концентрации компонента и скорости течения. Установлено значительное влияние толщины пористой стенки цилиндра. Выяснено, что бародиффузия оказывает большое влияние на процесс в конвективном режиме и при небольшой толщине стенки цилиндра.

Ключевые слова: фильтрация, диффузия, конвективный и диффузионный режимы течения, бародиффузия.

Введение

При изучении многих физических явлений приходится иметь дело с движением жидкостей в пористых средах. Пористыми являются многие природные тела: грунты, горные породы, древесина, кожа, кость, мягкие ткани, а также искусственные материалы: строительные (бетон, кирпич), пищевые (хлеб), керамика, металлические детали и т.д. Характерная особенность всех этих материалов – способность накапливать в себе жидкость и позволять ей двигаться под действием внешних сил. Один из важнейших аспектов жизни напрямую зависит от движения жидкостей через пористые среды. Так обмен жидкостью в клетках и тканях и другие незаметные извне движения управляют транспортом питательных веществ к клеткам и выводом продуктов метаболизма из организмов. Важнейшей количественной характеристикой пористых тел является их пористость, определяемая как доля объема тела, приходящаяся на поры, или объем пор в единице объема материала. Способность пористой среды пропускать жидкость характеризуется проницаемостью. Ее определение тесно связано с основным законом движения жидкости в пористой среде, называемом законом Дарси. В качестве альтернативы соотношениям Дарси, Форхгеймера и др. при описании динамики жидкости в пористых средах используется уравнение Бринкмана. В него входит коэффициент проницаемости, который зависит только от свойств пористой среды и определяется, в основном, геометрией порового пространства. Наиболее полный обзор теоретических и экспериментальных работ по конвекции в пористых средах представлен в [1]. В работе [2] дан краткий обзор уравнений сохранения импульса, энергии и массы при фильтрации жидкости в пористой среде. Предложены выражения для вычисления подвижностей частиц, молекул и ионов при различных процессах фильтрации в произвольной пористой среде.

В литературе имеется достаточно много работ, посвященных переносу жидкости в пористых биологических материалах, в том числе, например, течение крови в артериях и капиллярах. В работе [3] авторы моделируют смешанную конвекцию в плоских и цилиндрических микроканалах. Показано, что с увеличением пористости скорость потока уменьшается, а профили скорости становятся более плоскими. Сравнение количественных результатов для кругового и плоского каналов показало, что форма поперечного сечения канала оказывает существенное влияние на теплообмен и течение жидкости.

Перенос жидкости в пористых средах может происходить как по конвективному, так и по диффузионному механизму, которые определяются соответственно скоростями жидкости в поровом пространстве и химическими градиентами концентрации [4–8]. В зависимости от характеристик потока и диффузионных процессов может доминировать либо один процесс, либо оба процесса могут происходить одновременно.

* Работа выполнена в рамках госзадания ИФПМ СО РАН, проект III.23.2.5.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>