

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Л.В.Матвеева «Неклассические процессы переноса в сильно неоднородных средах», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника»

Диссертация посвящена исследованию неклассических процессов переноса в неоднородных средах с различными типами пространственных корреляций в распределении неоднородностей. Несмотря на то, что первые работы, посвященные данной проблеме, появились еще в 30-х годах прошлого столетия, на сегодняшний день она далека от своего окончательного решения. Интерес представляет дальнейшее развитие как математических моделей процессов, так и возможных приложений. Поэтому вопросы, рассмотренные в диссертации, и их решения являются в полной мере актуальными и современными.

Для описания неклассического переноса в основной массе работ, имеющих в литературе, используются модели типа непрерывных во времени случайных блужданий отдельных частиц или, если речь идет об ансамблях частиц, дробно-диффузионных уравнений. В диссертации принят иной подход, в котором миграция частиц примеси обусловлена классическими физическими механизмами (адвекцией и диффузией), скорость которых различна в разных областях среды. Усреднение приводит к возникновению неклассического поведения.

В работе рассмотрены наиболее важные с точки зрения обозначенных приложений (а именно, перенос в резко-контрастных геологических средах) возможные типы распределения неоднородностей: регулярно неоднородные, фрактальные, статистически однородные. Уже в простых системах, когда среда состоит из сильно проницаемого канала, окруженного слабопроницаемой матрицей, возникает целый набор неклассических режимов (степенных и логарифмических субдиффузионных, квазидиффузионных), которые эволюционируют во времени при неизменных свойствах среды. Очень интересным оказывается результат (безусловно, важный для обеспечения радиационной безопасности вокруг захоронений радиационных отходов), описывающий многоступенчатое поведение концентрации на асимптотически больших расстояниях от источника.

Далее рассмотрен перенос в средах с фрактальными свойствами. Здесь автором предприняты серьезные (и успешные) усилия, с целью адаптировать модель случайной адвекции к реальным условиям, включающим конечный радиус корреляции фрактальной области (Глава 2), анизотропный характер случайного поля скоростей течения (Глава 3), наличие двух типов пористости (Глава 4). Следует отметить, что при этом автором продемонстрированы владение современным аппаратом теоретической физики (диаграммной техникой, ТФКП анализом), позволившим получить новые интересные результаты. Сюда следует отнести зависимость характера переноса в поперечном направлении от степени анизотропии, диффузионный тип переноса на больших временах в средах с конечным радиусом корреляции, супердиффузионная временная зависимость для аномального дрейфа. Обобщение, проведенное в четвертой главе на случай фрактальной среды с двумя типами пористости, по-видимому, позволяет построить уже совсем реалистическую модель переноса примесей в перколяционных средах.

На мой взгляд, интересными являются также результаты пятой главы, в которой автор предлагает модель переноса в статистически однородных средах с двумя типами пористости. Здесь учет неравновесного распределения концентрации на микромасштабах (масштабах отдельных слабопроницаемых «блоков») позволил в явном виде получить неклассические режимы суб- и квазидиффузии на временах, когда размеры области локализации примеси существенно превосходят размеры неоднородностей среды.

Эффективность выбранного диссертантом подхода при описании неклассического переноса продемонстрирована в шестой главе, где в рассмотрение включен дополнительный механизм, а именно, сорбция растворенной примеси на коллоидных частицах. Представленная модель позволяет без особых усилий определить влияние данного механизма на параметры переноса (в том числе, неклассического) для всех трех типов двупористых сред.

Несколько особняком по постановке стоит последняя глава, где рассматривается ускорение переноса растворенной примеси течением, представляющим собой периодическую систему замкнутых ячеек, возникающих в результате конвекции Рэлея-Бенара. Сама среда в данном случае не является контрастной (то есть не содержит сильно и слабопроницаемых областей). Но структура течения позволяет выделить области, отвечающие за быстрый перенос (периферийные трубки тока) и ловушки. В итоге оказалось возможным применить развитые выше модели для описания переноса. Причем также удалось охватить области чисел Рэлея, когда течение становится флуктуирующим.

По результатам диссертации опубликованы 31 печатная работа, 18 из них в ведущих реферируемых иностранных и отечественных журналах, а также 2 монографии.

Судя по автореферату, диссертация «Неклассические процессы переноса в сильно неоднородных средах» выполнена на высоком научном уровне, является самостоятельным законченным научным исследованием и удовлетворяет требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК, а ее автор Матвеев Леонид Владимирович заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

27.05.2016

Заместитель директора по науке

Института Физики Высоких Давлений РАН

доктор физико-математических наук

Валентин Николаевич Рыжов

142190 г. Москва, г. Троицк, Калужское шоссе, стр. 1

Тел. (495)-851-00-13

E-mail: hpp@hppi.troitsk.ru

Подпись удостоверяю

Ученый секретарь ИФВД РАН, и.ф.м.н.



Т.В. Валянская

02.06.2016