

СЕКЦИЯ 4

МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА

ДИНАМИКА ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩЕГО РЕШЕТОЧНОГО ГАЗА

Г. С. Бокун, В. С. Вихренко, Я. Г. Грода, К. Убинг
Белорусский государственный технологический университет
(Минск, Беларусь)

Многие явления, протекающие на поверхности и в объеме твердых тел (диффузия, электропроводность, сорбция и десорбция, химические реакции, интеркаляция и др.) могут быть исследованы в рамках модели взаимодействующего решеточного газа. В качестве последней рассматривается упорядоченная последовательность N узлов, составляющих d -мерную трансляционно и инверсно инвариантную решетку. Во всех узлах решетки задан одинаковый потенциал $u < 0$ и в каждом из них может находиться одна из n частиц системы, взаимодействующих между собой. Состояние i -го узла характеризуется динамической переменной – числом заполнения \hat{n}_i , принимающим значения 0 (узел не занят частицей или вакантен) или 1 (в узле расположена частица).

В рамках основного уравнения эволюции функции распределения решеточного газа и метода неравновесных статистических ансамблей Д.Н. Зубарева получено уравнение типа Мори

$$\frac{d\delta n_i(t)}{dt} - \sum_{j,k} \Omega_{ij} \chi_{jk} \delta n_k + \sum_{j,k} \int_0^{\infty} \Theta_{ij}(\tau) \chi_{jk}(t-\tau) \delta n_k(t-\tau) d\tau = 0, \quad (1)$$

описывающее динамику отклонения плотности решеточного газа $\delta n_i = \langle \delta \hat{n}_i \rangle_t$, $\delta \hat{n}_i = \hat{n}_i - \theta$ от ее равновесного значения $\theta = \langle \hat{n}_i \rangle$. Угловые скобки $\langle \dots \rangle_t$ и $\langle \dots \rangle$ обозначают усреднение по квазиравновесному и равновесному распределению, соответственно. Суммирование осуществляется по узлам решетки.

Задача определения коэффициента диффузии сводится к вычислению равновесных характеристик. Для расчета последних предложено самосогласованное диаграммное приближение, приводящее к простым расчетным формулам.

Выполнены конкретные вычисления для двумерного газа на квадратной решетке с учетом взаимодействия между ближайшими соседями. Те же характеристики были получены моделированием по методу Монте

Карло на мощной вычислительной машине Крэй Т3Х в Институте исследования стали им. Макса Планка (Дюссельдорф, Германия). Установлено, что результаты вычислений на основе предложенной статистической теории фазовых диаграмм, химического потенциала, функций распределения и коэффициента диффузии соответствуют результатам моделирования по методу Монте Карло в пределах точности последних. Вместе с тем, вычисление по полученным зависимостям в 50 точках вдоль изотермы требуют около секунды машинного времени на ПЭВМ, тогда как моделирование по методу Монте Карло связано со значительными затратами времени.

Работа выполнена при поддержке INTAS, грант 96-0533.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ ЗАСТОЙНЫХ ЗОН ОСТАТОЧНОЙ ВЯЗКОПЛАСТИЧЕСКОЙ НЕФТИ В ПОРИСТОЙ СРЕДЕ

**В. В. Видякин, В. М. Волков, Д. Н. Воронков,
А. А. Клевченя, Д. Е. Шевченко**
Белорусский государственный университет
(Минск, Беларусь)

Математическое моделирование процессов многофазной фильтрации жидкостей вязкопластическим реологическим поведением имеет обширные приложения в гидротехнике и подземной гидродинамике. Важной особенностью таких жидкостей является их способность образовывать протяженные области, которые ввиду наличия предельного напряжения сдвига оказываются не вовлеченными в процесс вытеснения. С точки зрения практики нефтедобычи, представляется актуальным определение конфигурации таких зон и выбор способа воздействия на пласт, позволяющего минимизировать влияние реологических аномалий. В работе рассмотрен ряд 2-х и 3-х мерных задач о нестационарном вытеснении вязкопластической нефти водой в неоднородной пористой среде. Для исследования используется известное обобщение теории Баклея–Левверета на случай наличия у вытесняемой фазы неньютоновских свойств. Возникающие начально-краевые задачи для давления и насыщенности фаз решаются численно на основе IMPES метода. Даны постановки краевых задач, обсуждаются особенности алгоритмов их численного решения и результаты вычислительных экспериментов.

Следует отметить, что в настоящее время актуальными являются вопросы оперативного анализа и прогнозирования исследуемых процессов, оценки влияния на них различных факторов, возможности быстрого принятия решений, адекватных той или иной ситуации. Для практической реализации перечисленных аспектов создан программный комплекс, включающий в себя: