

ПЛАН ИССЛЕДОВАНИЙ

Постановка задачи

Модель Маскета-Леверетта фильтрации двухфазной жидкости (нефть и вода) имеет вид [17]:

$$\begin{cases} m \frac{\partial s}{\partial t} = \operatorname{div}(k(a_0 a_1 \nabla s + a_0 a_2 \nabla \theta - \vec{f}_1) - \vec{v}b) \equiv - \operatorname{div}(\vec{v}_1), \\ \frac{\partial \theta}{\partial t} = \operatorname{div}(\lambda \nabla \theta - \vec{v}\theta), \\ -\operatorname{div}(\vec{v}) \equiv \operatorname{div}(k k_3 (\nabla p + a_3 \nabla \theta + \vec{f}_2)) = 0, \end{cases} \quad (1)$$

где t – время, $x = (X, Y, Z)$, $s = (s_1 - S_1^0)/(1 - S_1^0 - S_2^0)$ – динамическая насыщенность смачивающей фазы, s_i – истинная насыщенность i -ой фазы ($i = 1$ соответствует воде, $i = 2$ – нефти), p – среднее давление, $S_i^0 = \operatorname{const}$ – остаточные насыщенности, k – абсолютная проницаемость коллектора, $m = m_0(1 - S_1^0 - S_2^0)$ – эффективная пористость, $a_0(s) = k_1 k_2$, $k_i(s)$ – относительные фазовые проницаемости, $p_c(x, s, \theta)$ – капиллярное давление, θ – температура, λ – обобщенный коэффициент температуропроводности, $a_1(x, s, \theta) = -p_{cs}/(\mu_2(\bar{k}_1 + \mu \bar{k}_2))$, $a_2(x, s, \theta) = -p_{c\theta}/(\mu_2(\bar{k}_1 + \mu \bar{k}_2))$, $a_3(x, s, \theta) = -b p_{c\theta} - \int_s^1 (b p_{cs})_{\theta} ds$, $\vec{f}_1(x, s, \theta) = k_2 b (\nabla_x p_c + (\rho_1 - \rho_2) \vec{g})$, $\vec{f}_2(x, s, \theta) = -b \nabla_x p_c - \int_s^1 \nabla_x (b p_{cs}) ds + (b \rho_1 + b_2 \rho_2) \vec{g}$, $\mu = \mu_1/\mu_2$, \vec{v} – расход смеси, \vec{v}_1 – вектор скорости фильтрации вытесняющей фазы, ρ_i – плотность i -ой фазы, \vec{g} – вектор ускорения свободного падения.

После обезразмеривания в одномерном случае при заданном расходе уравнения (1) запишутся в виде

$$\begin{cases} s_t = (\varepsilon a(x, s, \theta) \tilde{p}(x, s, \theta)_x - G(x) \tilde{a}(x, s, \theta) - \kappa b(x, s, \theta)_x), \\ \theta_t = (\bar{\varepsilon} \lambda(s, \theta)_{\theta x} - \kappa m \theta)_x, \end{cases} \quad (2)$$

где $\varepsilon = \varepsilon(x)$, $\bar{\varepsilon} = \operatorname{const}$, $G = G(x)$ – соответствующие безразмерные параметры.

При значении параметра $\varepsilon = 0$, $\kappa = 1$ и $\theta \ll \operatorname{const}$ будет иметь место неизотермическая модель Баклея-Леверетта (БЛТ), при $\varepsilon \ll 0$, $\kappa = 1$ и $\theta = \operatorname{const}$ приходим к изотермической МЛ модели и при $\varepsilon = 0$, $\kappa = 1$ и $\theta = \operatorname{const}$ будем иметь изотермическую модель Баклея - Леверетта (БЛ). При значении параметра $\kappa = 0$ приходим к задачам пропитки термокапиллярной ($\theta \ll \operatorname{const}$) и изотермической $\theta = \operatorname{const}$.

1. Проведенные исследования

Исследования в период с 2000 – 2007 гг. проводились по трем основным направлениям:

- А) изучение влияния температуры на структуру решения уравнения для водонасыщенности;
- Б) сопряжение основных моделей фильтрации двухфазной жидкости;
- В) изучение численных методов для решения уравнения для водонасыщенности.

Далее ссылки даны из списка научных и учебно-методических трудов Телегина Игоря Григорьевича.

А. Исследование особенностей МЛТ модели.

В работах [2,9] численно исследуются задачи вытеснения для одномерного случая в физических переменных. Продолжением этого исследования стали работы [19,20] в которых проводился анализ задачи вытеснения в физических переменных с учетом

гравитационных сил. В работе [7] исследовалась задача термокапиллярной пропитки. В дальнейшем, в работах [28,36] изучалось влияние гравитационных сил на структуру решения уравнения для водонасыщенности.

Б. Сопряжение различных моделей фильтрации.

Начало исследованиям сопряжение основных моделей фильтрации двухфазной жидкости было положено в работах [3,6,11], где изучалась структура решений задачи сопряжения МЛ и БЛ моделей, а также влияние различных физических параметров на решение задачи сопряжения. Позднее в работах [8,12,30] подробно исследовались задачи сопряжения неизотермических моделей МЛТ и БЛТ, подробно изучалось влияние разности температур на структуру решения $s(x, t)$, влияние на гидродинамические характеристики задачи вытеснения нефти водой по сопряженной модели при вариации основных параметров.

В. Исследования численных методов для МЛТ и БЛТ моделей.

В работе [4] проводится анализ разностных схем, которые предлагаются для решения проблемы сопряжения различных моделей фильтрации двухфазной жидкости. Для тестирования предлагаемых разностных схем в работе [13] построены точные решения, построен также тест и для задачи сопряжения этих моделей МЛ и БЛ моделей. Для модели Баклея-Леверетта в работе [14, 16] изучаются некоторые разностные схемы. Для данной модели, используя методы апостериорного анализа, сравниваются шесть явных разностных схем. В работе [38] изучались две модифицированные двухслойные противопотоковые разностные схем для уравнения Баклея-Леверетта. Для задач сопряжения МЛТ и БЛТ моделей в работе [37] изучалось применение различных разностных схем.

2. Проект будущих исследований

Научная работа в период с 2008 – 2011 гг. планируется по следующим направлениям:

- А) оформление основных результатов работы с 2000 – 2007 гг. в виде отдельной монографии;
- Б) изучение сопряжения основных моделей фильтрации двухфазной жидкости в авто-модельных переменных с учетом температуры, и в двумерном случае;
- В) построение компактных и противопотоковых разностных схем для модели Баклея-Леверетта;
- Г) изучение особенностей неизотермических моделей Баклея-Леверетта и Маскета-Леверетта с учетом зависимости от температуры остаточных нефте- и водонасыщенностей (в этом случае приходим к задаче стефановского типа);
- Д) изучение стационарных изотермических и неизотермических решений для модели Маскета-Леверетта;
- Е) построение разнообразных точных решений для БЛ модели (это необходимо для тестирования разностных схем).

3. Преподавательский опыт и педагогические планы

9.1996 – 6.2005 работал преподавателем информатики в Республиканском Центре Детского Творчества республики Алтай

- преподавание языков Visual Basic, Delphi;
- руководство школьными проектами по информатики, ежегодно 5-13 проектов;
- организация ежегодной конференции по программированию, проведение олимпиад и

НОУ.

12.1998 – 9.2005 работал ассистентом и старший преподавателем на кафедре информатики Горно-Алтайского государственного университета

-преподавание языка Pascal

-преподавание курсов "Численные методы", "Вариационное исчисление";

-руководство курсовыми и дипломными работами, ежегодно 4-6 работ.

9.2006 – настоящее время работаю доцентом на кафедре высшей математики Тюменского нефтегазового государственного университета.

-преподавание курсов "Высшая математика", "Информатика", "Численные методы";

-руководство студенческими проектами по информатики и математики, ежегодно 2-3 проекта.

Педагогические планы: получение звания доцента, работа по совместительству на кафедре математического моделирования для руководства дипломными и курсовыми работами. Предполагаемые темы исследований для студентов:

1. Изучение модификаций модели Маскета-Левретта;

2. Изменение функциональных параметров фильтрационных моделей при прокачке значительных объемов воды.