МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ ФИЛЬТРАЦИИ СТРУКТУРИРОВАННЫХ ФЛЮИДОВ В СЛОИСТЫХ СРЕДАХ

© Ш. Каюмов, А.П. Марданов, А.Б. Каюмов

kayumovmatemic@gmail.com, apardayevich@mail.ru, AkayumovB@gmail.ru

УДК 517.519+532.546

DOI: 10.33184/mnkuomsh2t-2021-10-06.79.

Статья посвящена построению математического модели и разработки алгоритме решение структурированных флюидов в трех-слойной пористой среде.

Ключевые слова: модель, структурированный, многослойный, плохо проницаемый, расщепления, алгоритмы.

Mathematical modeling of the problem of the theory of filtration of structured fluids in layered media

The article is devoted to the construction of a mathematical model and the development of an algorithm for the solution of structured fluids in a three-layer porous medium.

Keywords:

ннотация по-английски model, structured, multilayer, poorly permeable, splitting, algorithms.

Слоистые среды по своей сути является сложными структурами, где обычно невозможно определить четко начертанные границы слоев. При исследование подземную среду считают, как слоистые среды с четко разделенными кровлями и подошвами. Исходя из характеристик среды можно их считать гидродинамически связанных или несвязанных пластей. Исследование таких пластов посвящены работы [1-2]. Если физические и химика - технологическое параметры среды отличный от существующих моделей а также структурные свойства флюида иначе, то принято такие флюиды назвать структурированными. Для них характерны наличие трех зоны фильтрации (зона ползучести, зона аномальности и зона сильных подвижностей).

Исследование структурированных флюидов в слоистых средах почти отсутствует, имеется частичные работы [3,4], предполагающие существовании различных типов флюидов в слоях среды.

Каюмов Шукур, к.ф.-м.н., доцент, ТГТУ (Ташкент, Узбекистан); Shukur Kayumov (Tashkent State Technical University, Tashkent, Uzbekistan)

Марданов Арслан Пардаевич, стр.преп., ТГТУ (Ташкент, Узбекистан); Arslan Mardanov (Tashkent State Technical University, Tashkent, Uzbekistan)

Каюмов Анвар Бахадирович. соискатель, Университет Инха в городе Ташкенте, Узбекистан (Ташкент, Узбекистан); Anvar Kayumov (Inxa University in Tashkent, Tashkent, Uzbekistan)

Пусть область Ω состоит из трех пропластков (области D_1, D_2 и D_3), где предполагается что верхние D_3 и нижние D_1 хорошо проницаемые (горизонтальные характеристика преобладает над вертикальными), а средний D_2 плохопроницаемы и в нем вертикальные характеристики преобладает над горизонтальными.

Тогда математическая модель процесса фильтрации флюидов в таких средах ставится так.

Необходимо найти непрерывную функции $u_i(x, y)$, ($i = \overline{1, 2}$), $v(x, y, z)$ а также $R_j(x, y, t)$, ($j = \overline{1, 2}$) из следующей системы уравнений.

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial x}(\chi(|\nabla u|, \beta) \frac{\partial u_i}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(\chi(|\nabla u|, \beta) \frac{\partial u_i}{\partial y}) - A \frac{\partial v}{\partial z} \Big|_{z=h_i} = \\ = \overline{M} \frac{\partial u_i}{\partial t}, \quad t > 0, \quad y \in (0, H) \end{aligned} \quad (1)$$

$$\frac{\partial}{\partial z}(k(x, y, z) \frac{\partial v}{\partial z}) = M \frac{\partial v}{\partial t}, \quad t > 0, \quad z(h_1; h_2) \quad (2)$$

С начальными

$$\begin{aligned} u_i(x, y, 0) = u_{i0}(x, y), \quad v(x, y, z, 0) = v_0(x, y, z), \\ R_1(x, y, 0) = R_2(x, y, 0) = R_0(x, y), \end{aligned} \quad (3)$$

и граничными

$$\chi_1(|\nabla u|, \beta_1) \frac{\partial u_i}{\partial x} \Big|_{x=R_1-0} = \chi_2(|\nabla u|, \beta_2) \frac{\partial u_i}{\partial x} \Big|_{x=R_1+0}, \quad (4)$$

$$\chi_2(|\nabla u|, \beta_2) \frac{\partial u_i}{\partial x} \Big|_{x=R_2-0} = \chi_3(|\nabla u|, \beta_3) \frac{\partial u_i}{\partial x} \Big|_{x=R_2+0}, \quad (5)$$

а также краевыми условиями

$$\begin{aligned} \tilde{a}_1 \chi_1(|\nabla u|, \beta_1) \frac{\partial u_i}{\partial n} \Big|_{(x,y) \in \Gamma_0} = \varphi_1(t), \quad t > 0, \\ \tilde{b}_1 \chi_3(|\nabla u|, \beta_3) \frac{\partial u_i}{\partial n} \Big|_{(x,y) \in \Gamma} = 0, \quad t > 0. \end{aligned} \quad (6)$$

$$S_1 \frac{\partial u_i}{\partial n} \Big|_{(x,y) \in H} = 0. \quad (7)$$

Здесь функции $\chi(j = \overline{1, 3})$, $k(x, y, z)$ выражает нелинейности процесса фильтрации и берется как в [3,4], $\{\chi, A\} = \{\chi_1, A_1; \chi_2, A_2; \chi_3, A_3\}$ при

$x \in (0, R_1(t)); x \in (R_1(t), R_2(t)); x \in (R_2(t), L)$ соответственно. Нелинейная задача (1)-(7) решается методом прямых по t а также методом расщепления с дальнейшим применением потокового варианта разностной прогонки [5,6]. Построенные вычислительные алгоритмы апробирован на тестовых данных, анализ которых показали применимости данного способа моделирование для определение технологических параметров месторождений аналогичного типа.

Литература

1. Гусейнзаде М. А., Колосовская А. К. Упругий режим в однопластовых и многопластовых системах. М. «Недра». 1972.
2. Мухидинов Н. М. Методы расчета показателей разработки многопластовых месторождений нефти и газа. Издательство «Фан», Ташкент, 1978. 117 с.
3. Каюмов Ш., Марданов А.П., Хаитов Т.О., Каюмов А.Б. Математическая моделирования структурированных флюидов в связанных пластах. Сборник трудов международной научной конференции « Актуальные проблемы прикладной математика, информатики и механики». Воронеж 2020г. с.934-942.
4. Qayumov Sh., Mardanov A.P., Xaitov T.O., Qayumov A.B. Multiparameter mathematical models of the problem of problem of filtration of unstructured and structured fluids. E3S. Web of conferences 264. 01030(2021) [https://doi. Org/10.1051/t3sconf/2021 26401030](https://doi.org/10.1051/t3sconf/202126401030).
5. Самарский А. А., Гулин А.В. Численные методы. М. Наука. 1989. 484 с.
6. Каюмов Ш. Математическое моделирование задачи теории фильтрации со свободными границами. Ташкент. ТГТУ, 2017 г. 274 с.