

Об одной 3D-задаче многокомпонентной фильтрации

МУКИМБЕКОВ МУХТАР ЖАРУЛЛИНОВИЧ

Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы), Казахстан

e-mail: m.mukim@gmail.com

НАКИБАЕВА МОЛДИР ТОКТАСЫНОВНА

Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы), Казахстан

e-mail: m.nakibaeva@gmail.com

Рассмотрим фильтрацию двухфазной смеси (нефть, газ), состоящий из трех компонент, а именно светлые компоненты нефти, тяжелые компоненты нефти и двуокись углерода (CO_2), описываемой 3D – трехмерной математической моделью воздействия углекислого газа на нефтяной пласт с учетом произвольного расположения фонда нагнетательных и добывающих скважин с учетом капиллярных сил /1,2/. Математическая модель имеет следующий вид в области $G \times (0, T]$:

$$\frac{\partial}{\partial t}(m(x_{1,o}\xi_o s_o + x_{1,g}\xi_g s_g)) + \text{div}(x_{1,o}\xi_o w_o + x_{1,g}\xi_g w_g) = - \sum_{i=1}^{N_2} Q_{1,i} \delta(x - x_{\delta i}, y - y_{\delta i}, z - z_{\delta i}),$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(m(x_{2,o}\xi_o s_o + x_{2,g}\xi_g s_g)) + \text{div}(x_{2,o}\xi_o w_o + x_{2,g}\xi_g w_g) = - \sum_{i=1}^{N_2} Q_{2,i} \delta(x - x_{\delta i}, y - y_{\delta i}, z - z_{\delta i}),$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(m(x_{3,o}\xi_o s_o + x_{3,g}\xi_g s_g)) + \text{div}(x_{3,o}\xi_o w_o + x_{3,g}\xi_g w_g) = \text{div}(D_{3,o} \nabla(\xi_o x_{3,o}) + D_{3,g} \nabla(\xi_g x_{3,g})) +$$

$$+ \sum_{i=1}^{N_1} Q_{3,i}^{nagn} \delta(x - x_{ni}, y - y_{ni}, z - z_{ni}) - \sum_{i=1}^{N_2} Q_{3,i}^{dob} \delta(x - x_{\delta i}, y - y_{\delta i}, z - z_{\delta i}),$$

$$w_o = -k \frac{f_o}{\mu_o} (\nabla p_o - \rho_o g \nabla z), w_g = -k \frac{f_g}{\mu_g} (\nabla p_g - \rho_g g \nabla z), p_g - p_o = p_{cap}(s_o),$$

$$x_{1,o} + x_{2,o} + x_{3,o} = 1, x_{1,g} + x_{2,g} + x_{3,g} = 1, s_o + s_g = 1, f_{j,0} = f_{j,g}, j = \overline{1, \dots, 3}.$$

Начальные условия:

$$(p_o, p_g)|_{t=0} = (p_o^0, p_g^0), (s_o, s_g)|_{t=0} = (s_o^0, s_g^0),$$

$$(x_{1,o}, x_{2,o}, x_{3,o})|_{t=0} = (x_{1,o}^0, x_{2,o}^0, x_{3,o}^0), (x_{1,g}, x_{2,g}, x_{3,g})|_{t=0} = (x_{1,g}^0, x_{2,g}^0, x_{3,g}^0).$$

На границах области течения задаются следующие условия:

$$(w_o \bar{n}; w_g \bar{n})|_{\partial G} = 0, \left(\frac{\partial s_o}{\partial n}; \frac{\partial s_g}{\partial n} \right) \Big|_{\partial G} = 0, \left(\frac{\partial x_{1,o}}{\partial n}; \frac{\partial x_{2,o}}{\partial n}; \frac{\partial x_{3,o}}{\partial n} \right) \Big|_{\partial G} = 0, \left(\frac{\partial x_{1,g}}{\partial n}; \frac{\partial x_{2,g}}{\partial n}; \frac{\partial x_{3,g}}{\partial n} \right) \Big|_{\partial G} = 0.$$

В работе строится параллельный алгоритм для решения данной задачи на вычислительных кластерах. Производится анализ расчетов.

Список литературы

- [1] Азиз Х., Сеттари Э. Математическое моделирование пластовых систем. - М.: Недра, 1982. - 407 с.
- [2] Mukimbekov M.Zh., Sherkeshbayeva B.K. Upon one objective for reservoir development process // Science and technology. - 2010. - В.6. - P. 8-14.