

# Создание вычислительного алгоритма для решения 3-D задачи в освоении нефтяных пластов

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

В работе рассматривается 3D-трехмерная задача моделирования трехфазной фильтрации с учетом капиллярных сил в разработке нефтяных залежей вторичным методом, путем закачки воды для поддержания пластового давления в системе скважин [1,2]. Математическая модель имеет следующий вид в области  $G \times (0, T]$ :

$$\frac{\partial}{\partial t}(m\rho_w s_w) + \text{div}(\rho_w w_w) = \sum_{i=1}^{N_1} Q_{w,i}^{\text{nagn}} \delta(x-x_{ni}, y-y_{ni}, z-z_{ni}) - \sum_{i=1}^{N_2} Q_{w,i}^{\text{dob}} \delta(x-x_{\delta i}, y-y_{\delta i}, z-z_{\delta i}),$$

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

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

$$w_w = -k \frac{f_w}{\mu_w} (\nabla p_w - \rho_w g \nabla z), w_o = -k \frac{f_o}{\mu_o} (\nabla p_o - \rho_o g \nabla z), w_g = -k \frac{f_g}{\mu_g} (\nabla p_g - \rho_g g \nabla z),$$

$$p_o - p_w = p_{cow}(s_o, s_w), p_g - p_o = p_{cgo}(s_g, s_o), s_w + s_o + s_g = 1.$$

Здесь  $s_w, s_o, s_g$  - насыщенность воды, нефти и газа соответственно;  $p_w, p_o, p_g$  - давление воды, нефти и газа соответственно;  $p_{cow}, p_{cgo}$  - капиллярное давление между нефтяной и водяной, газовой и нефтяной фазами соответственно;  $k$  - абсолютная проницаемость пласта;  $m$  - пористость пласта;  $\rho_w, \rho_o, \rho_g$  - плотность воды, нефти и газа соответственно и т.д.

В качестве начальных условий берутся начальные распределения давлений и насыщенностей воды, нефти, газа соответственно:

$$(p_w, p_o, p_g)|_{t=0} = (p_w^0, p_o^0, p_g^0), (s_w, s_o, s_g)|_{t=0} = (s_w^0, s_o^0, s_g^0). \quad (1)$$

На границах области течения задаются следующие условия:

$$(w_w \bar{n}; w_o \bar{n}; w_g \bar{n})|_{\partial G} = 0, \left( \frac{\partial s_w}{\partial n}; \frac{\partial s_o}{\partial n}; \frac{\partial s_g}{\partial n} \right) \Big|_{\partial G} = 0.$$

В работе строится вычислительный алгоритм для решения данной задачи. Производится анализ расчетов.

## Список литературы

- [1] Азиз Х., Сеттари Э. Математическое моделирование пластовых систем. - М.: Недра, 1982. - 407 с.
- [2] Мукимбеков М.Ж. Моделирование разработки аномальной нефти вторичным методом // Исследования по интегро-дифференциальным уравнениям. - 2008. Вып. 39. - С. 209-216.