

Построение модели

Для построения модели с условием материального баланса были использованы следующие функции:

1. Эффективный радиус:

$$r_{wa} = r_w e^{-s} \quad (1)$$

2. Время постоянного давления:

$$t_{cr} = \frac{Q}{q} \quad (2)$$

3. Безразмерное время:

$$t_D = \frac{0.00634kt_{cr}}{\phi\mu c_t r_w^2} \quad (3)$$

4. Безразмерное время кривой падения:

$$t_{Dd} = D_i t_{cr} \quad (4)$$

5. Связь между безразмерным временем и безразмерным временем кривой падения:

$$t_{Dd} = \frac{t_D}{\frac{1}{2}\left(\left(\frac{r_e}{r_{wa}}\right)^2 - 1\right)\left(\ln\left(\frac{r_e}{r_{wa}}\right) - \frac{1}{2}\right)} \quad (5)$$

6. Безразмерный дебит:

$$q_D = \frac{141.2q\mu B}{kh(p_i - p_{wf})} \quad (6)$$

7. Безразмерный дебит кривой падения:

$$q_{Dd} = \frac{q}{q_i} \quad (7)$$

8. Связь между безразмерным дебитом и безразмерным дебитом кривой падения:

$$q_{Dd} = q_D \left(\ln\left(\frac{r_e}{r_{wa}}\right) - \frac{1}{2} \right) \quad (8)$$

9. Безразмерная накопленная добыча:

$$Q_D = \frac{1}{2\pi} - q_D \quad (9)$$

10. Безразмерная накопленная добыча кривой падения:

$$Q_{Dd} = \frac{Q}{Q_i} \quad (10)$$

11. Связь между безразмерной накопленной добычей и безразмерной накопленной добычей кривой падения:

$$Q_{Dd} = \frac{Q_D}{\frac{1}{2}\left(\left(\frac{r_e}{r_{wa}}\right)^2 - 1\right)} \quad (11)$$

Для решения задачи оптимизации модели был взят критерий качества MAE (Mean Absolute Error):

$$MAE(y, f) = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - f_i|}{n} \quad (12)$$

Для модели Фетковича для нахождения параметров, непосредственно относящихся к построению модели в Ecrin, формула ошибки приобрела следующий вид:

$$MAE((5), (4)) + MAE((8), (7)) + MAE((11), (10)) \rightarrow 0 \quad (13)$$

Ограничения для искоемых параметров были выбраны следующим образом:

1. $s \in [-10; 10]$
2. $k \in [0.1; 150]$
3. $r_e \in [1; 2000]$
4. $q_i \in [q_{min}; 3q_{max}]$
5. $D_i \in [10^{-8}; 10^{-2}]$
6. $Q_i \in [q_{min}; \frac{q_{max}}{2}]$

Задача оптимизации решается с помощью метода минимизации SHGO.

Результат

Отсутствие сходимости в Ecrin для случаев с постоянным и переменным давлениями. А это значит, что на данном этапе можно сказать, что идея использования палеточных кривых Фетковича с условием материального баланса для замены метода Блэйсингейма является несостоятельной.