

## О фильтрации жидкости в трещине ГРП при переменных режимах работы скважины

Шагапов В.Ш., Фокеева Н.О., Мигранова З.Н.

Рассматривается трещина в вертикальной нефтяной скважине, созданная ГРП. Траекторию трещины примем за ось абсцисс, а начало координат разместим на скважине. Предполагаем, что жидкость сначала растекается по трещине, а далее растекается перпендикулярно ей в пласте. Считаем, что давление в трещине не меняется в зависимости от глубины, в следствие используем прямоугольную систему координат.

Решение уравнений для описанной модели при фильтрации к скважине через трещину при внезапном снижении давления представлены в работе [1], в предположении, что до некоторого момента времени  $t_0$  флюид в трещине и окружающей ее пористой среде находится в состоянии близком к стационарному, и в момент времени  $t = t_0$  давление в скважине изменяется на величину и далее поддерживается постоянным. Также для фильтрации в режиме постоянного расхода, то есть, когда объемный расход жидкости поддерживается постоянным в скважине.

А в данной работе берем приближенное решение, полученная методом последовательной смены стационарных состояний (ПССС). И сравнивая точные результаты, полученные в работе [1], которые представляют собой наибольший практический интерес, и численные результаты по этим приближенным решениям – можно заметить, что они практически совпадают.

При трещине с бесконечной длиной, получили линейное уравнение, тогда решение для постоянного перепада, смогли обобщить на случай кусочно-постоянной функции  $\Delta P_w$ . То есть для случая, когда давление в отдельные моменты времени  $t_0, t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$  изменяется на конкретные значения, а на интервалах времени  $[t_i, t_{i+1})$  поддерживается постоянным ( $i = 0, 1, 2, \dots, n$ ).

Тогда формула для нахождения изменения давления в трещине будет иметь вид:

$$\Delta P_f(t, x) = \Delta P_{f(w_0)} \exp\left(-\frac{A^{1/2}x}{(2(t - \tau_0))^{1/4}}\right) +$$

$$+ \int_{t_0}^t \frac{\partial \Delta P_{fw}}{\partial \tau} \exp\left(-\frac{A^{1/2}x}{(2(t - \tau))^{1/4}}\right) d\tau.$$

А объемный расход флюида на единицу высоты трещины будет вычисляться так:

$$q = -\frac{d_f k'_f}{\mu} \left( \frac{\Delta P_{f(w_0)} A^{1/2}}{(2(t - \tau_0))^{1/4}} + \int_{t_0}^t \frac{\partial \Delta P_{fw}}{\partial \tau} \cdot \frac{A^{1/2}}{(2(t - \tau))^{1/4}} d\tau \right)$$

где

$$A = 2 \frac{m_p \sqrt{\alpha_p}}{m_f d_f}, \alpha_f = \frac{k'_f \rho_0 C^2}{m_f \mu}, \alpha_p = \frac{k'_p \rho_0 C^2}{m_p \mu}.$$

Список использованных обозначений.

$d_f$  – ширина (толщина) трещины, м;

$m_i$  ( $i = f, p$ ) – пористость, безразмерная величина;

$\rho_i$  ( $i = f, p$ ) – плотность флюида, кг/м<sup>3</sup>;

$v_i$  ( $i = f, p$ ) – скорость фильтрации флюида, м/с;

$k'_i$  ( $i = f, p$ ) – коэффициент проницаемости, м<sup>2</sup>;

$C$  – скорость звука для флюида, м/с;

$\mu$  – динамическая вязкость флюида, Па · с;

Нижние индексы

$f$  – соответствуют значениям параметров в трещине;

$p$  – соответствуют значениям параметров в пористой среде, окружающей трещину;

$w$  – соответствуют значениям параметров на скважине;

$0$  – для давления и плотности, соответствующих их невозмущенным значениям.

### Список литературы:

- [1] Нагаева З. М. Об упругом режиме фильтрации в трещине, расположенной в нефтяном или газовом пласте / З. М. Нагаева, В. Ш. Шагапов // Прикладная математика и механика. – 2017. – Т. 81, № 3. – С. 319 – 329.
- [2] Cinco – Ley, H. Transient pressure behavior for a well with a finite - conductivity vertical fracture / H. Cinco – Ley, V. F. Samaniego, A. N. Dominguez // Soc. Pet. Eng. J. – 1978. V. 18, N 4. P. 253 – 264. <https://doi.org/10.2118/6014-PA>.