

0.1. Шамматова А.А. Описание переходных режимов работы скважины при наличии трещины ГРП методом ПССС

Метод последовательной смены стационарных состояний (ПССС) был предложен И.А. Чарным [1]. Используя результаты работ [2], [3], в которых рассмотрена задача об определении расхода жидкости на скважине при постоянном давлении и задача об определении давления при заданном постоянном дебите по данным изменения давления на скважине мы можем получить закон изменения давления в вертикальной трещине ГРП и динамику расхода жидкости.

Пусть в момент времени $\tau_0 = 0$ начинается работа скважины и давление на скважине, приняв значение $P_{(w)0}$, поддерживается постоянным до момента времени τ_1 , первоначальное давление в пласте считаем равным 0. С момента времени τ_1 до момента времени τ_2 давление на скважине равно $P_{(w)1}$ и т. д., то есть давление на скважине изменяется ступенчато. Тогда, приближенное решение, полученное применением метода ПССС, описывающее изменение давления в трещине, может быть записано в виде

$$P_f(t, x) = H(t)\Delta P_{(w)0}e(x, t) + \sum_{i=1}^n H(t - \tau_i) (P_{(w)i} - P_{(w)i-1}) e(x, t - \tau_i),$$

где $e(x, t) = \exp\left(-2^{1/4}\sqrt{\frac{A}{2}}\frac{x}{t^{1/4}}\right)$, $H(t)$ — функция Хевисайда, x — координата (расстояние по трещине от скважины).

Дебит (расход) жидкости на единицу высоты трещины в этом случае будет равен

$$q = -2^{1/4}\sqrt{\frac{A}{2}}\frac{d_f k_f}{\mu} \left(\Delta P_{(w)0} H(t)t^{-1/4} + \sum_{i=1}^n (\Delta P_{(w)i} - \Delta P_{(w)i-1}) H(t - \tau_i)(t - \tau_i)^{-1/4} \right),$$

В работе также рассматривается задача об определении по изменяющемуся дебиту скважины изменения давления в гидроразрывной трещине и давления на забое скважины.

Данные приближенные формулы удобны в применении и дают результаты очень близкие к точным аналитическим выражениям.

Исследование выполнено за счет гранта РНФ № 21-11-00207, <https://rscf.ru/project/21-11-00207/>.

Научный руководитель — д.ф.-м.н. Шагапов В. Ш.

Список литературы

[1] ЧАРНЫЙ И. А. Подземная гидрогазодинамика / М.: Изд-во нефтяной и горно-топливной литературы, 1963. 396 с.

[2] ШАГАПОВ В. Ш., НАГАЕВА З. М. К теории фильтрационных волн давления в трещине, находящейся в пористой проницаемой среде // Прикладная механика и техническая физика. 2017. Т. 58. № 5 (345). С. 121–130.

[3] НАГАЕВА З. М., ШАГАПОВ В. Ш. Приближенное решение задачи об упругом режиме фильтрации в трещине, находящейся в нефтяном пласте // Инженерно-физический журнал. 2020. Т. 93. № 1. С. 206–215.