

Теоретические модели фильтрации жидкости в трещине ГРП

Шагапов В.Ш.*, Нагаева З.М.**

*ИМех УФИЦ РАН, Уфа

**УГНТУ, Уфа

Много работ посвящено моделированию процесса нестационарной фильтрации флюида в нефтяных пластах, вскрытых трещинами ГРП (см., например, [1] - [6]).

Это связано с тем, что существенная часть углеводородов добывается из низкопроницаемых пластов или нефть имеет высокую вязкость. При разработке таких месторождений время выхода скважины на стационарный режим оказывается сравнимым со сроком эксплуатации скважины.

Нами рассматривается задача о распределении давления в трещине, полученной путем гидроразрыва пласта (ГРП).

Построены математические модели фильтрации флюида из пласта в трещину и далее по трещине в скважину [4, 5]. Рассматриваются вертикальные и горизонтальные скважины. В первом случае плоскость трещины параллельна оси скважины, а во втором – перпендикулярна.

Получены аналитические решения в виде затухающей бегущей волны для возмущений давления в трещине и окружающем трещину пласте, инициируемых гармоническими колебаниями давления флюида в скважине.

На основе анализа этих решений показано, что характерные расстояния проникания волн по трещинам и в пристенных слоях вблизи трещин значительно выше, чем аналогичные расстояния, на которые распространяются возмущения от скважины при отсутствии трещин. Это обстоятельство, в свою очередь, указывает на возможность диагностировать качество ГРП методом гидропрослушивания пласта.

Получены автомодельные решения, описывающие распределение давления в гидроразрыв-

ной трещине при поддержании постоянного перепада давления между пластовым и скважинным значениями и в режиме постоянного дебита скважины.

Приводятся приближенные аналитические решения, полученные методом последовательной смены стационарных состояний. Сравнение численных результатов по этим приближенным решениям с результатами полученных точных, но значительно более сложных решений при реальных параметрах пласта и трещины, представляющих наибольший практический интерес, показывает, что они практически совпадают.

Список литературы:

- [1] Каневская Р.Д. Математическое моделирование разработки месторождений нефти и газа с применением гидравлического разрыва пласта. – М.: Недра, 1999. – 212 с.
- [2] Chaohua Guo, Jianchun Xu, Mingzhen Wei, Ruizhong Jiang Pressure transient and rate decline analysis for hydraulic fractured vertical wells with finite conductivity in shale gas reservoirs // Journal of Petroleum Exploration and Production Technology 2015, V. 5, N 4, P. 435–443. <https://doi.org/10.1007/s13202-014-0149-3>
- [3] Хабибуллин И.Л., Хисамов А.А. Моделирование нестационарной фильтрации вокруг скважины с вертикальной трещиной гидроразрыва // Вестник Башкирского университета. – 2017. – Т. 22, № 2. – С. 309 – 314.
- [4] 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.
- [5] Нагаева З.М., Шагапов В.Ш. Об упругом режиме фильтрации в трещине, расположенной в нефтяном или газовом пласте // Прикладная математика и механика. – 2017. – Т. 81, № 3. – С. 319 – 329.
- [6] Cinco-Ley H., Samaniego V.F., Dominguez A. N. Transient pressure behavior for a well with a finite-conductivity vertical fracture // Soc. Pet. Eng. J. -1978. V. 18, N 4. P. 253–264. <https://doi.org/10.2118/6014-PA>.