

0.1. Насырова Д.А., Башмаков Р.А. Собственные частоты колебаний жидкости в нефтяной скважине при гидроударе

Одной из кардинальных мер, приводящих к существенному изменению дебита скважины, является гидроразрыв пласта (ГРП). При этом возникают задачи определения качества гидроразрыва, геометрии трещин, изменения коллекторских характеристик.

Представляется, что эффективным и удобным с точки зрения технической реализации способом определения качества перфорации, параметров трещины ГРП является способ, основанный на возбуждении собственных колебаний столба жидкости в скважине. Период колебаний, а также, особенно, интенсивность затухания колебаний будут определяться не только протяженностью столба жидкости в скважине, её диаметром и реологическими свойствами жидкости, но и коллекторскими характеристиками призабойной зоны пласта (в частности, коэффициентами проницаемости, качеством перфорации скважин и свойствами образованных трещин ГРП). Колебания могут инициироваться резким открытием или закрытием скважины (гидроударом).

Волны давления, возникающие при гидроударе, в научной литературе рассматриваются в основном с негативной точки зрения: изучаются разрушительные последствия и способы их предотвращения. В работе [1] приведены результаты полевых измерений изменения давления в различных точках скважины при резком изменении скорости потока жидкости. Скважинные датчики фиксировали изменение давления в зависимости от времени со скоростью 100 проб в секунду. При этом вид полученных осциллограмм свидетельствует, что они соответствуют собственным колебаниям столба жидкости.

В работе [2] предлагается математическая модель, описывающая фазовые и амплитудные характеристики волнового пакета, проведено сравнение численных расчетов, полученных на основе модели с данными работы [1]. В качестве граничного условия на нижнем конце скважины принималось постоянство давления.

Впервые в работе [3] изучены собственные затухающие колебания столба жидкости в скважине при более полном учете фильтрационных течений в призабойной зоне, являющейся однородной пористой, проницаемой средой. Настоящая статья является продолжением и обобщением работы [3] при наличии трещины ГРП. Таким образом, здесь проводится анализ собственных колебаний столба жидкости с учетом фильтрационных течений вблизи забоя скважины и по вертикальной трещине, полученной путем гидроразрыва пласта. Изучены зависимости частоты, коэффициента затухания колебаний давления от значений проницаемости пласта и трещи-

ны ГРП. Установлено, что трещина в пласте кардинально меняет параметры собственных колебаний. *Исследование выполнено за счет гранта РФФИ № 21-11-00207, <https://rscf.ru/project/21-11-00207/>.*

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

Список литературы

- [1] WANG X., NOVEM K., MOOS D., QUAN Y. Water Hammer Effects on Water Injection Well Performance and Longevity // SPE International Symposium and Exhibition on Formation Damage Control, 2008, SPE 112282
- [2] Ляпидевский В. Ю., НЕВЕРОВ В. В., КРИВЦОВ А. М. Математическая модель гидроудара в вертикальной скважине // Сиб. электрон. матем. изв. 2018. №15. —С. 1687–1696.
- [3] ШАГАПОВ В. Ш., БАШМАКОВ Р. А., РАФИКОВА Г. Р., МАМАЕВА З. З. Затухающие собственные колебания жидкости в скважине, сообщающейся с пластом // Прикладная механика и техническая физика. – 2020. – Т. 61, № 4 (362). —С. 5 – 14.