

О собственных колебаниях жидкости в вертикальной и горизонтальной скважинах

Насырова Дина Ахметовна

Аспирант

Институт механики им. Р.Р. Мавлютова Уфимского научного центра РАН, Уфа, Россия

E-mail: dinasyrova@mail.ru

В настоящее время при добыче нефти широко применяется технология гидроразрыва пласта (ГРП). В пласте создаются трещины, которые закрепляются пропантами для предотвращения их смыкания. Трещины, которые возникают в результате применения технологии ГРП, увеличивают площадь, с которой можно извлечь нефть из добывающей скважины или расширяют поверхность закачки жидкости, если это нагнетающая скважина.

Рассмотрены собственные колебания столба жидкости в вертикальной нефтяной скважине при закрытой[1] и открытой верхней границе[2]. Колебания возникают при резком закрытии или открытии насосов скважины (гидроударе). Период колебаний, интенсивность затухания колебаний определяются протяженностью столба жидкости, ее реологическими свойствами, а также коллекторскими характеристиками призабойной зоны пласта. На основе математической модели, описывающей движение столба жидкости в скважине и фильтрацию в призабойной зоне, подверженной ГРП, получены решения задачи о собственных затухающих колебаниях столба жидкости в скважине. Получили характеристическое уравнение для определения собственной частоты колебаний.

Также рассматривается обсаженная горизонтальная скважина длиной l , которая сообщается с пластом посредством радиальных трещин ГРП, расположенных равномерно вдоль скважины. В работе получено трансцендентное уравнение из которого определяются комплексные собственные частоты, по которым находятся частота колебаний, коэффициент затухания, амплитуда колебаний и другие характеристики, описывающие собственные колебания жидкости в горизонтальной скважине с системой трещин, перпендикулярных стволу скважины. Построены графики зависимостей собственной частоты, коэффициента затухания и декремента затухания от проводимости трещины, проницаемости пласта и количества трещин на единицу длины. Из графиков сделаны выводы о том как влияют изменения ширины трещины, количества трещин и проницаемость пласта на собственные частоты.

Показано, что акустическая диагностика основанная на анализе собственных колебаний в скважине может служить действенным инструментом для диагностики призабойной зоны скважины.

Исследование было выполнено при поддержке средств из государственного бюджета по государственному заданию № 075-00570-24-00 от 27.12.2023 г. ("Гидрогазодинамика многофазных, термовязких и микродисперсных сред")

Источники и литература

- 1) 1. Башмаков, Р. А. Собственные колебания жидкости в скважине, сообщаемой с пластом, при наличии трещины ГРП / Р. А. Башмаков, Д. А. Насырова, В. Ш. Шагапов // Прикладная математика и механика. – 2022. – Т. 86, № 1. – С. 88-104.
- 2) 2. Колебания столба жидкости в открытой скважине и сообщаемой с пластом, подверженной ГРП / В. Ш. Шагапов, Р. А. Башмаков, З. Р. Хакимова, Д. А. Насырова // Вестник Башкирского университета. – 2022. – Т. 27, № 4. – С. 872-880.