

0.1. Насырова Д.А. Собственные колебания столба жидкости в горизонтальной скважине с множественным ГРП

В настоящее время при добыче нефти широко применяется технология гидроразрыва пласта (ГРП). В пласте создаются трещины, которые закрепляются пропантантами 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. Применение горизонтальных скважин с множественными трещинами ГРП позволяет повысить эффективность разработки низкопроницаемых пластов[1-3].

В работе изучены собственные колебаний жидкости в горизонтальной нефтяной скважине и определяются частотные характеристики собственных колебаний жидкости в зависимости от параметров трещины ГРП и пласта. Рассмотрены множественные ГРП (множество радиальных трещин, перпендикулярных оси скважины).

Пусть обсаженная горизонтальная скважина длиной l сообщается с пластом посредством N радиальных трещин ГРП, расположенных равномерно вдоль скважины. Тогда число трещин ГРП, приходящееся на единицу длины скважины равно $n = N/l$. Запишем уравнения движения для малых возмущений в скважине:

$$\begin{cases} \frac{\partial p}{\partial t} + \rho_0 \frac{\partial w}{\partial z} = -\frac{2}{a} \rho_0 n d_f u_{f(w)} \\ \rho_0 \frac{\partial w}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial z} = \frac{2\sigma}{a} \end{cases}$$

Где

$$\sigma = \mu \int_{-\infty}^t \frac{\partial w / \partial \tau}{\sqrt{\pi \nu (t - \tau)}} d\tau$$

- касательное напряжение в жидкости на поверхности стенки скважины.

Решение этой системы будем искать в виде стоячих волн. В результате при $z = l$ получим:

$$\sin(Kl) = 0.$$

Где

$$K^2 = \frac{\omega^2}{C^2} \left(1 + \frac{2}{y}\right) \left(1 + \frac{2nd_f k_f x C^2}{a \nu i \omega} \frac{K_1(xa)}{K_0 n(xa)}\right)$$

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ (грант № 21-11-00207).

Научный руководитель — к.ф.-м.н. Башмаков Р. А.

Список литературы

[1] Башмаков Р.А., Насырова Д.А., Шагапов В.Ш. Собственные колебания жидкости в скважине, сообщающейся с пластом, при наличии трещины ГРП // Прикладная математика и механика. 2022. Т. 86. Вып. 1. С.88–104

[2] Башмаков Р.А., Насырова Д.А., Шагапов В.Ш., Хакимова З.Р. Колебания столба жидкости в открытой скважине и сообщающейся с пластом, подверженным ГРП // Вестник Башкирского университета. 2022. Т. 7. Вып. 4. С. 872–880

[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.