

Анализ собственных колебаний столба жидкости в скважине, сообщающейся с пластом

Мамаева З.З.

Институт механики им. Р.Р. Мавлютова УФИЦ РАН, Уфа

В настоящее время добыча нефти - сложный и наукоемкий процесс, который непрерывно модернизируется и совершенствуется. Одной из актуальных проблем в нефтяной отрасли является снижение дебита большинства добывающих скважин и, как следствие, увеличение добычи трудноизвлекаемых запасов и необходимость проведения работ по обработке призабойной зоны с целью улучшения ее коллекторских характеристик, например, создание трещин гидравлического разрыва пласта (ГРП). Данные процессы требуют исследования состояния пластов и получения информации о геометрии трещины.

В данной работе представлен один из возможных методов исследования пластов и трещин ГРП, основанный на возбуждении собственных колебаний столба жидкости в скважине и анализе волновых характеристик колебаний. Построена математическая модель собственных колебаний столба жидкости в скважине, возникших вследствие гидроудара [1, 2]. Изучено влияние коллекторских характеристик пласта, наличия трещины на основные волновые характеристики колебаний. Показано, что в случае низкопроницаемых пластов (порядка миллиардсри и меньше), после проведения ГРП может происходить двукратное снижение собственных частот колебаний. Проанализирована динамика колебаний давления на устье, в середине и на забое скважины.

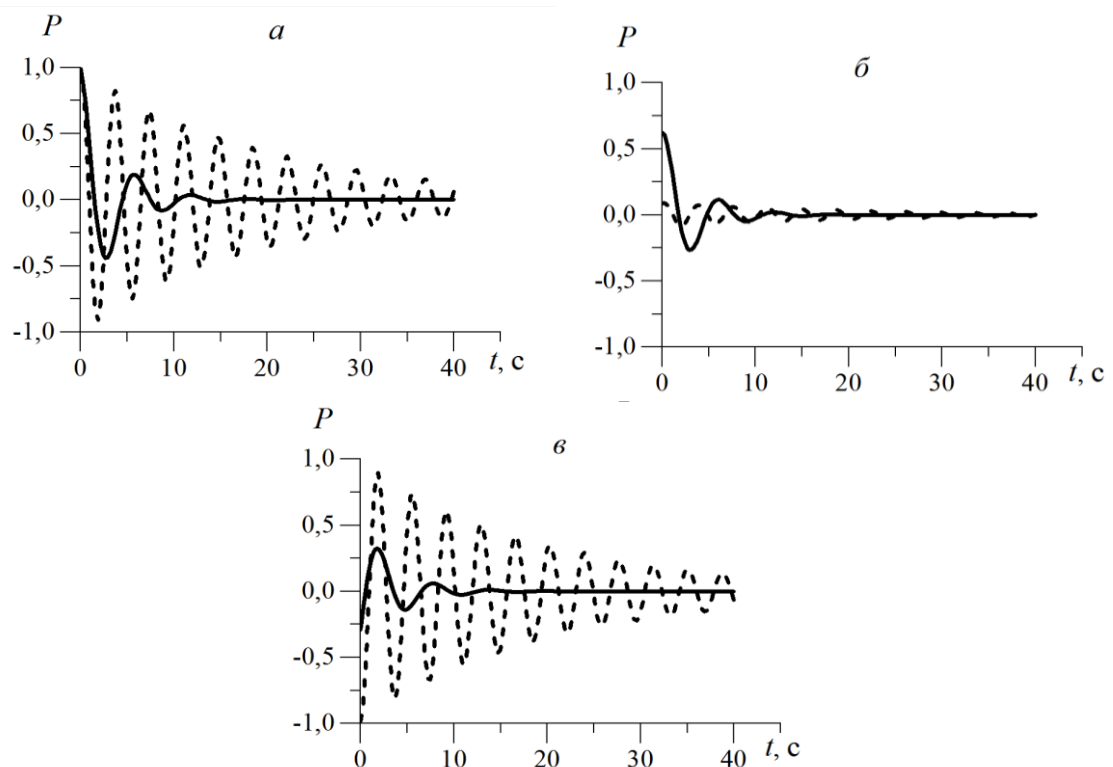


Рис. 1. Динамика давления в точках скважины 0 (а), 1300 (б) и 2600 м (в) при $C_f = 5 \cdot 10^{-12} \text{ м}^3$ (сплошная линия), штриховая линия — случай отсутствия трещины ГРП

На рис. 1 показаны осциллограммы давления в различных точках скважины в пласте с проницаемостью $k_p = 10^{-15} \text{ м}^2$. Видно, что при наличии трещины ГРП в пласте с проводимостью $C_f = 5 \cdot 10^{-12} \text{ м}^3$ происходит более интенсивное затухание колебаний давления во всех трех точках скважины, чем в случае ее отсутствия. Отметим, что при дальнейшем увеличении проводимости трещины происходит снижение коэффициента затухания колебаний давления в скважине. Причем предельно низкое значение

этого коэффициента означает появление вязкого трения вблизи стенок скважины. Более высокая амплитуда колебаний давления почти постоянной величины наблюдалась в точках $z = 0$ и $z = 2600$ м (на устье и забое скважины) в случае отсутствия трещины в пласте.

Список литературы

- [1] Шагапов В.Ш., Башмаков Р.А., Рафикова Г.Р., Мамаева З.З. Затухающие собственные колебания жидкости в скважине, сообщающейся с пластом // ПМТФ. 2020. Т.61, №4(362). С.5-14.
- [2] Ляпидевский В. Ю., Неверов В. В., Кривцов А. М. Математическая модель гидроудара в вертикальной скважине // Сиб. электрон.мат. изв. 2018. № 15. С. 1687–1696.