

Образование и распространение ГРП в градиентном фильтрационном поле¹

Беляков Г.В., Таирова А.А., Юдочкин Н.А., Молокоедов А.С.

ИДГ РАН им. М.А. Садовского, Москва

Метод гидравлического разрыва пласта (ГРП) является наиболее распространенным при интенсификации добычи нефти. В породе вдоль нефтяного пласта образуют трещину, которая распространяется на значительные расстояния от скважины. Трещина раскрывает обширные поверхности нефтяного пласта, через которые под действием горного давления просачивается пластовая нефть. Чтобы предотвратить смыкание образованных поверхностей, вместе с жидкостью в трещину вводят твердые частицы, которые в совокупности по всей длине образуют хорошо проницаемый для добываемой нефти канал, а также увеличивают ее длину. Проблемы создания трещины ГРП [1], ее геометрии [2] и последующего заполнения твердыми частицами [3] актуальны в наши дни, т.к. данным методом добывается около трети углеводородов.

Для решения проблемы образования и распространения трещины была создана оригинальная лабораторная установка. Основная ее часть состояла из оптически прозрачной ячейки типа Хеле-Шоу прямоугольной формы, располагавшейся горизонтально. На одной из пластин располагались входное и выходное отверстия. Пространство между стеклами было заполнено сжатой пористой средой. В этой прослойке от входного до выходного отверстий заранее делался разрез, моделировавший мини ГРП, и пористый материал соединялся встык. Сжатие имитировало собой «горное» давление. Далее через входное отверстие в ячейку нагнеталась жидкость. Нагнетаемое давление фиксировалось манометром (преобразователем давления). Картина образования и распространения трещины записывалась на кинокамеру. Жидкость, прошедшая через

ячейку, удалялась через выходное отверстие.

Эксперименты проводились при различных давлениях нагнетания жидкости и сжатия пористого материала, что влияло на процесс образования и распространения трещины. При сильном сжатии пористого материала (почти 10 раз) и низком давлении происходила только лишь фильтрация жидкости без образования трещины. При сжатии примерно в 5 раз и менее под давлением жидкости поверхности стенок вдоль разреза раздвигаются, тем самым образуя трещину.

Также эксперименты проводились с пористой непроницаемой средой. Эксперимент показал, что отсутствие фильтрации жидкости в пористую среду не влияет на процесс образования и распространения трещины.

Механические параметры свойств сред представленных в экспериментах были измерены в отдельных опытах.

В ходе экспериментов были измерены скорости фильтрации жидкости и скорость распространения трещины. Получена зависимость проницаемости среды от «горного» давления.

Список литературы:

- [1] Ивашев О.Е., Смирнов Н.Н. Формирование трещины гидроразрыва в пористой среде // Вест. Московского ун-та. Матем. Мех. 2003. №6. С. 28-26.
- [2] Астафьев В.И. Асимптотический анализ процесса развития трещины гидравлического разрыва пласта // Вест. Самарского гос. техн. ун-та. Физ.-мат. науки. 2010. № 5(21). С. 105-116
- [3] Барышников Н.А., Беляков Г.В., Притула И.И., Таирова А.А., Турунтаев С.Б. Осаждение частиц в каналах с проницаемыми стенками // Изв. РАН. МЖГ. 2010. № 4. С. 107–117.

¹ Финансирование работы проект РФФИ № 20-35-80028