

Численное моделирование водогазового воздействия на нефтяной пласт с периодическим акустическим полем¹

Фазлетдинов С.У., Питюк Ю.А., Фахреева Р.Р.

Центр микро- и наномасштабной динамики дисперсных систем,
Башкирский государственный университет, Уфа

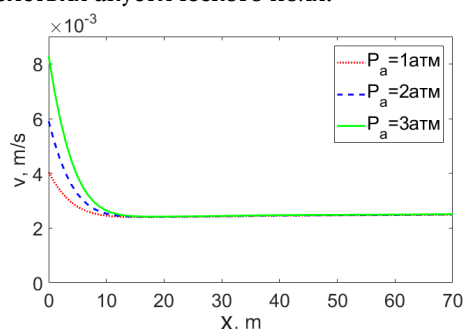
В последнее время методы оптимизации и модернизации добычи нефти и ее остатков становятся все более актуальными. Одним из таких методов является водогазовое воздействие (ВГВ). В работе проведен численный анализ фильтрационных процессов в пласте при водогазовом и акустическом воздействии одновременно. Данная работа является продолжением работы авторов [1], описывающей особенности фильтрации ВГС в пористой среде.

Рассматривается элемент пористой среды длиной 100 м с пористостью 0.18. В исследуемом образце одновременно находятся нефть, вода с пузырьками газа и свободный газ (обозначены нижними индексами соответственно «o», «w», «b», «g»). Вытесняющей жидкостью является водогазовая смесь (ВГС), которая может быть представлена как жидкость с эффективной проницаемостью [2]. Фазовые проницаемости для нефти, воды и газа определяются согласно [3]. При фильтрации ВГС в образце пористой среды пузырьки расширяются и при превышении критического значения насыщенности пузырьков они могут начать объединяться, образуя свободную газовую фазу.

В начальный момент времени образец пористой среды при пластовом давлении 200 атм. и температуре 70°C равномерно насыщен нефтью и водой с насыщенностями 0.8 и 0.2 соответственно. На левой границе элемента пористой среды закачивается ВГС с объемным содержанием пузырьков 0.1 при температуре 20°C и переменным забойным давлением в 300 атм., изменяющимся по гармоническому закону с амплитудой от 1 до 3 атм. На правой границе задаются постоянное давление 200 атм. и условие симметрии по насыщенности и температуре.

Для решения задачи используется метод контрольного объема [4]. В разработанном программном модуле были проведены многопараметрические расчеты и анализ результатов математического моделирования.

Проведены численные расчеты фильтрации нефти при ВГВ под действием акустического поля различной амплитуды и продолжительности действия. Определены зависимости скорости фильтрации флюида (рис. 1), насыщенностей фаз, распределения давления и температуры по пласту от амплитуды акустического поля, а также влияние продолжительности воздействия на фильтрационные характеристики флюида. Обнаружено, что ВГВ наиболее эффективно при большей амплитуде и продолжительности воздействия акустического поля.



Список литературы:

- [1] Питюк Ю.А., Мусин А.А., Ковалева Л.А., Фахреева Р.Р. Численное моделирование фильтрации водогазовой смеси в пористых средах // Вестник Башкирского университета. 2019. Т. 24, №2. С. 295–300.
- [2] Сулейманов Б.А. Особенности фильтрации гетерогенных систем. М.: Ижевск, 2006. 356 с.
- [3] Чарный И.А. Подземная гидрогазодинамика. М.: Гостоптехиздат. 1963. 396 с.
- [4] Патанкар С.В. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости. Пер. с англ. М.: Энергоатомиздат. 1984. 152 с.

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-38-20102.