АНАЛИЗ СПОСОБОВ РАСЧЕТА ФАЗОВЫХ ПРОНИЦАЕМОСТЕЙ ПО ВОДЕ И УГЛЕВОДОРОДАМ И СОПОСТАВЛЕНИЕ ИХ С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМИ ДАННЫМИ

Дорогиницкая Л.М.

(ООО «Сибнефтегаз», ООО Научно-исследовательский центр «Сибгеонафт»)

Аннотация. Относительные фазовые проницаемости (ОФП) по пластовой воде и углеводородам характеризуют движение флюидов в продуктивном пласте в процессе добычи, обуславливают обводнение притока в скважину и подлежат обязательному изучению. Недостатки и дороговизна скважинных и экспериментальных лабораторных способов исследования побуждают искать более экспрессные и недорогие расчетные способы оценки ОФП. Однако данные сравнения результатов расчета с экспериментом практически отсутствуют. Доклад посвящен этому вопросу. Делается вывод об эффективности способа расчета фазовых проницаемостей по формулам Пирсона, основанных на определенной аналогии законов Ома и Дарси-Нуттинга.

В настоящее время хорошо известны способы расчета ОФЗ и функций обводнения притока на базе кривых капиллярного давления, характеризующих распределение эффективных поровых каналов пористой среды по размерам. В формулах Бурдайна несоответствие трубчатой (капиллярной) модели породы с реальной учитывается с помощью литологических констант [1]. Позднее были предложены геометрически более совершенные модели хаотического порового пространства пород-коллекторов с использованием теории перколяции [2, 3]. Однако и они не учитывают молекулярного взаимодействия поровых флюидов с твердой фазой, значительно возрастающего с увеличением в породе количества активных к воде глинистых частиц, пелитизированных полевых шпатов и гидратированных слюд. Хорошо известно, что в силу дипольного строения молекул воды ее структура на границе с твердой фазой упорядочена с образованием двойных электрических слоев. Адсорбированная вода отличается от свободной по физическим свойствам и минерализации. Большой объем расчетов, выполненных для разных типов коллекторов, показал, что экспериментальные ОФЗ хорошо согласуются с рассчитанными на базе хаотической перколяционной модели пород-коллекторов, если количество воды, испытывающей влияние твердой фазы не превышает ~ 40%. Для высокодисперсных глинистых коллекторов совпадения не достигается, рис.1. Технология расчетов подробно изложена нами в работе [4]. Следует отметить, что несмотря на относительную простоту используемых уравнений есть определенные трудности из-за выбора пределов интегрирования и способа нормировки.

Взаимодействие пластовой воды с твердой фазой заложено в экспериментальных связях электрического параметра насыщения с водонасыщенностью пород. Поэтому предложенные С.Д. Пирсоном уравнения для расчета фазовых проницаемостей на базе экспериментальных кривых $R_n(K_v)$ открывают возможность учета влияния адсорбционной пленочной воды на движение пластовой воды в поровом пространстве [5].

Рис.1. Функции обводнения притока для коллекторов с разным количеством прочно связанной воды (№1278- $K_{пр}=0,23$; $K_{пр}=206$ млд; $K_{во}=0,3$; №175- $K_{пр}=0,156$; $K_{пр}=10$ млд; $K_{во}=0,44$).

Количество аномальной прочно связанной воды $K_{вс}$ определено как предельное на капиллярных давлениях более 20атм и коррелируется с количеством остаточной $K_{во}$. Кроме уравнений Пирсона взаимодействие флюидов с твердой фазой учитывают также инженерные формулы Национального Нефтяного Совета США, полученные на базе статистического обобщения экспериментальных данных [6], рис. 2.

Рис.2 Функция обводнения притока для коллектора с $K_{пр}=0,156$; $K_{пр}=10$ млд, $K_{во}=0,444$.

ЛИТЕРАТУРА

- Дж.Амикс. Физика нефтяного пласта. - М.:Гостоптехиздат, 1962. С. 59-197.
- Мальшаков А.В. Ефимов В.А. Проницаемость и перколяционные свойства порового пространства осадочных горных пород // Инженерный журнал. - 1991.-Т. 61, №4.- С. 635-640.
- Багринцева К.И. Условия формирования и свойства карбонатных коллекторов нефти и газа. - М., 1999. - С. 61-69.
- Дорогиницкая Л.М., Дергачева Т.Н., Анашкин А.Р. и др. Количественная оценка добычных характеристик коллекторов нефти и газа по петрофизическим данным и материалам ГИС. Томск: STT, 2007.
- Пирсон С.Д. Учение о нефтяном пласте. М.: Гостоптехиздат, 1961. С. 96-109.
- Дон Уолкотт. Разработка и управление месторождениями при заводнении. М.: ЮКОС, 2001.